

Guideway for a magnetically levitated railway with longitudinal stator linear drive and a parts set and method for making the same

Patent Number: ☐ US6568332
Publication date: 2003-05-27
Inventor(s): HOLZINGER GERHARD (DE); WOLF FALK (DE); DRAUDT CARSTEN (DE)
Applicant(s): TRANSPAPID INTERNAT GMBH & CO (DE)
Requested Patent: ☐ DE19934912
Application Number: US20000619726 20000719
Priority Number(s): DE19991034912 19990721
IPC Classification: B60L13/04
EC Classification: E01B25/32
Equivalents: AU4877400, AU771673, CA2314161, CN1295000, ☐ EP1070786, A3, JP2001073304

Abstract

A guideway for a magnetically levitated railway is described, having a longitudinal stator linear drive comprising at least two parallel stators. The guideway includes a plurality of supports (1) arranged along a given line and adapted to form straight and curved guideway sections and stator sections mounted on the supports (1), these sections being composed of straight stator end packs (6a, f; 7a, f) and likewise straight middle stator packs (6b-3; 7b-e) arranged therebetween, the packs in the region of the curved guideway sections being laid in the manner of polygonal trains to form outer and inner stator sections (6, 7) and being separated from one another by gaps (23, 24). The stator end packs (6a,f; 7a,f) and the middle stator packs (6b-3; 7b-e) have a predetermined tooth/groove pitch (16) with reference to a conceptual space curve (2) and different "ideal" lengths which differ from one another by fractions of a tooth/groove pitch (16). The middle stator packs (6b-3; 7b-e) are so combined with one another in at least one outer or inner stator section (6, 7), taking into account their different "ideal" lengths, that a "material" total gap between the stator end packs (6a,f; 7a,f) and the middle stator packs (6b-3; 7b-e) of this stator section (6, 7) has the smallest possible width. A parts set and a method of making a double track guideway are also described (FIG. 2)

Data supplied from the esp@cenet database - I2

Best Available Copy



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

①2 **Offenlegungsschrift**
①0 **DE 199 34 912 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:
E 01 B 26/00
H 02 K 41/02

②1 Aktenzeichen: 199 34 912.6
②2 Anmeldetag: 21. 7. 1999
④3 Offenlegungstag: 25. 1. 2001

DE 199 34 912 A 1

⑦1 Anmelder:
Transrapid International GmbH & Co. KG, 10587
Berlin, DE

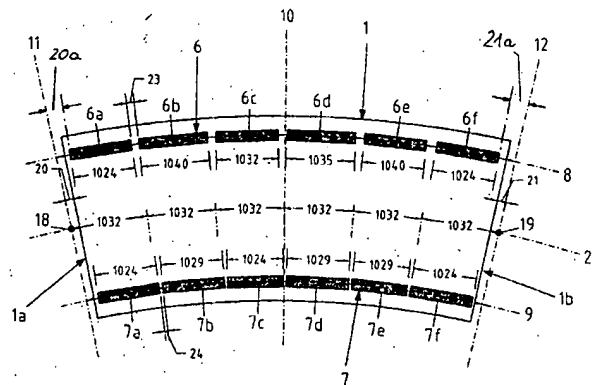
⑦4 Vertreter:
Frhr. von Schorlemer, R., Dipl.-Phys., Pat.-Anw.,
34117 Kassel

⑦2 Erfinder:
Holzinger, Gerhard, 80993 München, DE; Draudt,
Carsten, 10713 Berlin, DE; Wolf, Falk, 44287
Dortmund, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Fahrweg für eine Magnetschwebbahn mit Langstator- Linearantrieb sowie Bausatz und Verfahren zu seiner Herstellung

⑤7 Es wird ein Fahrweg für eine Magnetschwebbahn mit einem wenigstens zwei parallele Statoren aufweisenden Langstator-Linearantrieb beschrieben. Der Fahrweg enthält eine Vielzahl von längs einer Trasse angeordneten, zur Bildung von geraden und gekrümmten Fahrwegabschnitten bestimmten Trägern (1) und an den Trägern (1) montierte Statorabschnitte, die aus geraden Statorendpaketen (6a, f; 7a, f) und zwischen diesen angeordneten, ebenfalls geraden, mittleren Statorpaketen (6b-e; 7b-e) zusammengesetzt sind, die im Bereich der gekrümmten Fahrwegabschnitte unter Bildung von äußeren und inneren Statorabschnitten (6, 7) nach Art von Polygonzügen verlegt und durch Spalte (23, 24) voneinander getrennt sind. Die Statorendpakete (6a, f; 7a, f) und die mittleren Statorpakete (6b-e; 7b-e) weisen, bezogen auf eine zwischen den beiden Raumkurvenabschnitten liegende, gedachte Raumkurve (2), eine vorgewählte Zahn/Nut-Teilung (16) sowie unterschiedliche "ideelle" Längen auf, die sich um Bruchteile einer Zahn/Nut-Teilung (16) voneinander unterscheiden. Die mittleren Statorpakete (6b-e; 7b-e) sind in wenigstens einem äußeren oder inneren Statorabschnitt (6, 7) unter Berücksichtigung ihrer unterschiedlichen "ideellen" Länge so miteinander kombiniert sind, daß ein "materieller" Gesamtpalt zwischen den Statorendpaketen (6a, f; 7a, f) und den mittleren Statorpaketen (6b-e; 7b-e) dieses Statorabschnitts (6, 7) die kleinste mögliche Breite aufweist. Außerdem werden ein Bausatz und ein Verfahren zur ...



DE 199 34 912 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Fahrweg der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung sowie einen Bausatz und ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 16 zu seiner Herstellung.

Fahrwege und Bausätze dieser Art sind bekannt (DE 39 28 277 C2, DE 39 28 278 C2). Die Fahrwege können mit Trägern aus Beton oder Stahl sowie je nach Bedarf auf Stützen oder in Bodennähe errichtet werden. An den Trägern, die in Richtung einer vorher festgelegten Trasse hintereinander angeordnet sind, werden alle zum Betrieb der Magnetschwebbahn erforderlichen Ausrüstungsteile montiert. Dies gilt insbesondere für die zum Führen der Fahrzeuge einer Magnetschwebbahn erforderlichen Seitenführschiene sowie für die zum Tragen und Antreiben erforderlichen Reaktionsschiene in Form von Statorpaketen, deren Funktionsflächen genau auf durch die Trassierung vorgegebenen Raumkurven liegen müssen.

Zur Vereinfachung der Errichtung eines derartigen Fahrwegs bestehen die Ausrüstungsteile, insbesondere die Statorpakete, aus linear verlaufenden Komponenten, die innerhalb gekrümmter Fahrwegabschnitte die jeweilige Raumkurve nach Art eines Polygonzugs annähern. Die dadurch entstehenden Abweichungen von den Ideallinien sind äußerst gering, da die Krümmungsradien der Fahrwege aus Gründen des Fahrzeugaufbaus nicht kleiner als ca. 350 m sein dürfen.

Die in der Regel an den Unterseiten des Fahrwegs ausgebildeten Funktionsflächen der Statorpakete dienen in Verbindung mit an den Fahrzeugen angeordneten Tragmagneten zur Erzeugung des für die berührungsfreie Schwebetechnik erforderlichen Magnetfelds zwischen den Fahrzeugen und dem Fahrweg. Außerdem sind die Statorpakete einer Magnetschwebbahn mit Langstator-Linearantrieb, meistens ebenfalls an ihrer Unterseite, abwechselnd mit Zähnen und Nuten versehen, in die eine ein- oder mehrphasige Wechselstrom-Wanderfeldwicklung eingelegt wird (DE 196 20 221 A1), die zur Erzeugung des für den Antrieb der Magnetschwebbahn erforderlichen Wanderfelds dient. Dabei ist es üblich, zu beiden Seiten der Fahrzeuge identische Linearantriebe vorzusehen und daher jede Fahrspur eines Fahrwegs mit zwei parallelen Statoren auszurüsten. Dadurch entstehen zwei getrennte, aber mechanisch zueinander fixierte Antriebssysteme. Damit diese dieselben Schubkräfte entwickeln können, ist es erforderlich, daß das Raster der Statornuten an beiden Seiten, bezogen auf eine zwischen den beiden zugehörigen Raumkurven liegende, gedachte Mittellinie, identisch ist und synchron verläuft, d. h. beide Statorseiten müssen identische, über die ganze Länge des Fahrwegs durchgehend gleiche Zahn/Nut-Teilungen besitzen.

Innerhalb von gekrümmten Fahrwegabschnitten ergibt sich das Problem, daß die Raumkurven der beiden Statoren aufgrund ihres Abstands voneinander unterschiedlich lang sind, d. h. eine längs der Innenseite einer Krümmung verlaufende Raumkurve ist kürzer als eine längs der Außenseite derselben Krümmung verlaufende Raumkurve. Dieses Problem wird bisher dadurch gelöst, daß entweder Statorpakete gleicher Länge verwendet und die äußeren Statorpakete mit größeren materiellen Spalten als die inneren Statorpakete verlegt oder die äußeren Statorpakete länger als die inneren Statorpakete ausgebildet werden.

Die Anwendung von Statorpaketen gleicher Länge ist aus Konstruktions- und Kostengründen vorteilhaft, bringt aber auch Nachteile mit sich. Diese bestehen z. B. darin, daß unterschiedlich große Spalte die ideale Verteilung des magnetischen Feldes des Langstators stören. Da die einzelnen Sta-

torpakete vergleichsweise kurz sind (z. B. 1000 mm bis 2000 mm), führt dies beim Überfahren zu schnellen periodischen Änderungen der Kräfte, mit denen die Fahrzeuge im Schwebezustand gehalten werden, und als Folge davon können Teile des Fahrwegs oder Fahrzeugs zu Schwingungen angeregt werden. Diese Schwingungen können nicht nur die Lebensdauer aller Elemente des Fahrwegs und der Fahrzeuge beeinträchtigen, sondern auch den Fahrkomfort und die Schallerzeugung ungünstig beeinflussen. Durch Anwendung von längeren äußeren Statorpaketen ließe sich dieses Problem zwar prinzipiell vermeiden, doch würde dies den Nachteil haben, daß für alle Krümmungsradien ab etwa 350 m besondere Statorpakete hergestellt werden müßten, was aus Kostengründen unerwünscht ist. Daher werden in der Praxis nur ausgewählten Bereichen von Krümmungsradien Statorpakete mit entsprechend angepaßten Längen zugeordnet, so daß auch bei Anwendung dieser Methode zumindest teilweise große Spaltbreiten in Kauf genommen werden müssen.

Hinzukommt, daß es bei Fahrwegen der hier interessierenden Art erwünscht ist, die aus einzelnen Blechen zusammengesetzten Statorpakete, um ein zu schnelles Korrodieren zu vermeiden, mit einer Korrosionsschutzschicht von z. B. einem bis zwei Millimeter zu umgeben. Das hat jedoch, magnetisch betrachtet, zur Folge, daß zu dem bereits erwähnten materiellen Spalt noch ein durch die Schutzschicht bedingter Spalt hinzukommt, so daß die für das Trag- und Fahrverhalten der Fahrzeuge wichtigen Magnetspalte noch weit größer als die rein materiellen, zwischen den anstoßenden Störseiten der Statorpakete auftretenden Spalte sind. Die materiellen Spalte sollten daher so klein wie möglich gehalten werden.

Das Problem der Magnetspaltgröße tritt verstärkt auf, wenn es um die Herstellung von Fahrwegen mit wenigstens zwei Spuren, z. B. je einer Hin- und Rückspur geht. In diesem Fall sind bei gekrümmten Fahrwegabschnitten die Unterschiede zwischen den Längen der am weitesten innen liegenden Raumkurvenabschnitte und der am weitesten außen liegenden Raumkurvenabschnitte noch größer, was zur Folge hat, daß bei Anwendung gleichartiger Statorpakete und Träger entweder ein Versatz zwischen den beiden Fahrspuren in Kauf genommen werden muß oder besondere Maßnahmen wie z. B. Abweichungen von einer vorgewählten Zahn/Nut-Teilung ergriffen werden müssen, die die Fahr- und Trageigenschaften weiter beeinträchtigen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, den Fahrweg und den Bausatz der eingangs bezeichneten Gattung so auszubilden, daß auch bei Anwendung von Statorpaketen mit nur wenigen unterschiedlichen Längen periodische Änderungen der Tragkräfte beim Überfahren weitgehend vermieden werden. Außerdem soll ein kostengünstig anwendbares Verfahren zur Herstellung von Fahrwegen angegeben werden, das sich bei Anwendung derselben Statorpakete und weniger Serienträger insbesondere zur Herstellung von Fahrwegen mit zwei oder mehr Fahrspuren eignet, ohne daß ein unerwünscht großer Versatz zwischen den Fahrspuren auftritt oder sich andere Störungen ergeben.

Zur Lösung dieser Aufgabe dienen die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1, 15 und 16.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß sich große Statorspalte und die von ihnen ausgehenden Beeinträchtigungen dadurch weitgehend vermeiden lassen, daß der Fahrweg nicht nur aus einer geringen Anzahl von Statortypen unterschiedlicher Längen zusammengesetzt wird, sondern diese Statorpakete auch in jedem Statorabschnitt so miteinander kombiniert werden, daß sich die jeweils günstigsten materiellen Spaltbreiten ergeben. Dies läßt sich ohne oder mit einer sehr geringen Änderung des Rasters der

Statornuten erreichen. Dadurch ergibt sich der weitere Vorteil, daß auch die zu verwendenden Träger vereinheitlicht und in wenige Typen eingeteilt werden können. Trotz geringfügiger Kostensteigerungen für die Herstellung unterschiedlicher Stator Typen bringt dies erhebliche Vorteile im Hinblick auf die Trassierung und Projektierung unterschiedlichster Fahrwegkonfigurationen sowie die zum Bau eines Fahrwegs erforderliche Logistik mit sich.

Weitere vorteilhafte Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird nachfolgend in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen an Ausführungsbeispielen näher erläutert und es zeigen:

Fig. 1 eine schematische und perspektivische Ansicht eines Trägers für einen erfindungsgemäßen Fahrweg;

Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf einen gekrümmten Fahrwegabschnitt unter Anwendung eines Trägers nach **Fig. 1**, wobei mit gestrichelten Linien die unterhalb der Trägeroberfläche angeordneten Statorpakete angedeutet sind;

Fig. 3 die Seitenansicht eines üblichen, "ersten" Statorpakets;

Fig. 4 eine der **Fig. 2** entsprechende Ansicht einer zweiten Ausführungsform eines Fahrwegabschnitts;

Fig. 5 bis 7 gegenüber der **Fig. 3** vergrößerte Seitenansichten eines Endzahns je eines erfindungsgemäß ausgebildeten "ersten", "zweiten" und "vierten" Statorpakets;

Fig. 8 eine vergrößerte Seitenansicht von zwei im Bereich eines Spalts aneinander grenzenden "ersten" und "zweiten" Statorpaketen;

Fig. 9 eine vergrößerte Seitenansicht von zwei im Bereich eines Spalts aneinandergrenzenden "zweiten" Statorpaketen unterschiedlicher Länge; und

Fig. 10 schematisch einen Projektierungsabschnitt für einen Fahrweg mit zwei Fahrspuren.

Fig. 1 zeigt einen aus Stahl oder Beton bestehenden Träger **1**, der zur Errichtung eines erfindungsgemäßen Fahrwegs für eine Magnetschwebbahn mit einem wenigstens zwei parallelen Statornuten aufweisenden Langstator-Lincarantrieb geeignet ist. Im Ausführungsbeispiel handelt es sich um einen Träger **1**, der längs einer vorgegebenen Trasse gekrümmt ist, wie durch eine in seiner Mittelebene dargestellte Raumkurve **2** angedeutet ist. Außerdem ist schematisch ein kartesisches Koordinatensystem mit zueinander senkrechten Achsen **3**, **4** und **5** angedeutet. Der Träger **1** und die Statornuten können um alle drei Achsen **3**, **4** und **5** gekrümmt sein, wobei eine Krümmung um die Achse **3** einer Kurvenfahrt, eine Krümmung um die Achse **4** einem Übergang in eine Berg- oder Talfahrt und eine Krümmung um die Achse **5** einer Neigung im Sinne einer Kurvenüberhöhung entspricht.

An der Unterseite des Trägers **1** und beidseits der Raumkurve **2** ist je ein Statorabschnitt **6** bzw. **7** montiert, wobei im Ausführungsbeispiel der Statorabschnitt **6** an der Außenseite eines um die Achse **3** verlaufenden Bogens, der Statorabschnitt **7** dagegen auf der Innenseite dieses Bogens liegt. Die Statorabschnitte **6** und **7** sind längs Raumkurven **8** und **9** angeordnet, die z. B. die Raumkurve **2** des Trägers **1** als gemeinsame Mittellinie haben. Dabei versteht sich, daß dies nur beispielhaft gelten soll, d. h. die Lagen der Raumkurven **2**, **8** und **9** können auch auf andere Weise definiert werden. Alternativ wäre es z. B. möglich, die Raumkurven **2**, **8** und **9** in einer Ebene anzuordnen, die im herzustellenden Luftspalt zwischen dem Langstator und den Tragmagneten des Fahrzeugs liegt. Die Statorabschnitte **6** und **7** bestehen jeweils aus einer Vielzahl von Statorpaketen, die in Richtung der Raumkurven **8** bzw. **9** hintereinander und nach Art eines Polyzugs angeordnet sind. Ihre Befestigung am Träger **1** kann nach verschiedenen, an sich bekannten Verfahren er-

folgen. Außerdem besteht der ganze, in der Zeichnung nicht dargestellte Fahrweg aus einer Vielzahl von in Richtung der Raumkurve **2** hintereinander angeordneten Trägern **1**, die in Abhängigkeit von den Eigenschaften der Trasse gerade oder gekrümmt sein können. Schließlich sind die Träger **1** in an sich bekannter Weise in einem mittleren Teil mittels eines Festlagers und an den beiden Enden mittels je eines Loslagers auf Stützen oder einer sonstigen Unterkonstruktion gelagert und dadurch in zwei Felder eingeteilt. Auch andere, nur ein Feld oder mehr als zwei Felder und anders angeordnete Fest- und Loslager aufweisende Träger können vorgesehen sein.

Träger der beschriebenen Art, ihre Lagerung, die Befestigung der Statorpakete an den Trägern und die Montage einer z. B. dreiphasigen Wechselstromwicklung in den Nuten der Statorabschnitte **6** und **7** sind allgemein bekannt (DE 33 23 696 C2, DE 34 04 061 C1, DE 39 28 277 C1, DE 39 28 278 C2) und brauchen daher nicht näher erläutert zu werden.

Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf den Träger **1** nach **Fig. 1**. Die Projektionen der Raumkurven **2**, **8** und **9** sind danach im Ausführungsbeispiel Kreise, können aber auch beliebige andere Kurven wie z. B. Klothoide oder Sinuide sein. Ferner zeigt **Fig. 2**, daß der Träger **1** eine gedachte, durch eine Linie **10** angedeutete Mittelebene hat und zwischen zwei gedachten, durch strichpunktierte Linien angedeuteten Ebenen **11** und **12** liegt, die normal bzw. senkrecht zu den Raumkurven **2**, **8** und **9** angeordnet sind. Dadurch können die Achsen der nicht dargestellten Fest- und Loslager des Trägers ebenfalls normal zu den Raumkurven **2**, **8** und **9** angeordnet werden, und dasselbe kann für einen Trägeranfang **1a** und ein Trägerende **1b** gelten. Eine solche Anordnung ist insbesondere für die Herstellung von Fahrwegen mit zwei Fahrspuren (z. B. Hin- und Rückspur) mit je zwei Statornuten zweckmäßig.

Die am Träger **1** befestigten Statorabschnitte **6** und **7** bestehen im Ausführungsbeispiel aus je sechs geraden Statorpaketen **6a** bis **6f** und **7a** bis **7f**. Jedes dieser Statorpakete hat die aus **Fig. 3** ersichtliche, für das Statorpaket **6c** dargestellte, allgemeine Form und enthält an seiner Unterseite abwechselnd Zähne **14** und Nuten **15** gleicher Länge, die ein auf die Raumkurve **2** bezogenes, vorgewähltes Rastermaß bzw. eine vorgewählte Zahn/Nut-Teilung **16** aufweisen. An den Enden befindliche Endzähne **17** haben normalerweise nur die halbe Breite wie die übrigen Zähne **14**, damit die Endzähne **17** von zwei aneinandergrenzenden Statorpaketen zusammen jeweils einen Zahn von der Länge eines Zahns **14** bilden.

Erfindungsgemäß werden die Träger **1** unabhängig davon, ob sie gerade oder gekrümmt sind, jeweils zwischen zwei in den Ebenen **11**, **12** liegenden Punkten **18** und **19** (**Fig. 2**) der Raumkurve **2** angeordnet, deren Abstände einem ganzzahligen Vielfachen der Zahn/Nut-Teilung **16** entsprechen. Dabei sind die Träger **1** in Trassenrichtung (Raumkurve **2**) um ein Maß kürzer, das es erlaubt, zwischen den Trägeranfängen **1a** bzw. -enden **1b** und den zugehörigen gedachten Ebenen **11** bzw. **12** je einen Spalt **20**, **21** freizulassen, der zusammen mit einem entsprechenden Spalt **21** bzw. **20** eines angrenzenden Trägers einen Dehnungsspalt bildet. Dabei ist vor allem zu beachten, daß auch zwischen an den Trägeranfängen **1a** bzw. -enden **1b** zu liegenden kommenden Statorendpaketen **6a**, **6f** bzw. **7a**, **7f** ausreichend große Dehnungsspalte **20a**, **21a** gebildet und die Statorendpakete **6a**, **6f** bzw. **7a**, **7f** so angeordnet werden, daß auch bei den höchsten zu erwartenden Temperaturen sowie bei allen anderen, beim Betrieb auftretenden Belastungen ein Zusammenstoßen der Statorpakete in diesem Bereich bzw. ein Zerquetschen der Statorwicklung zwischen ihnen ausgeschlossen wird.

Wie **Fig. 2** zeigt, haben die Raumkurvenabschnitte zwi-

schen den Ebenen 11 und 12 unterschiedliche Längen, d. h. der Abstand der Ebenen 11, 12 ist, längs der Raumkurve 8 gemessen, länger, als die für den längs der Raumkurve 9 gemessenen Abstand gilt. Würden daher die Statorpakete alle dieselbe materielle Gesamtlänge besitzen, wären zwischen Statorpaketen 6a bis 6f des Statorabschnitts 6 gebildete Spalte 23 zwangsläufig größer als zwischen Statorpaketen 7a bis 7f des Statorabschnitts 7 gebildete Spalte 24, was insbesondere bei kleineren Krümmungsradien zur Erregung der eingangs bezeichneten Schwingungen aufgrund ungleicher Tragkräfte beim Überfahren der Spalte 23, 24 führen kann.

Erfindungsgemäß wird daher vorgeschlagen, für die zwischen den Statorendpaketen 6a, 6f, 7a, 7f der inneren und äußeren Statorabschnitte 6 und 7 liegenden mittleren Statorpakete drei Typen, nämlich "erste", "zweite" und "dritte" Statorpakete vorzusehen. Alle Statorpakete sind gerade. Die "ersten" Statorpakete weisen eine mittlere Länge auf. Dabei ist die Länge der "ersten" Statorpakete so gewählt, daß der Abstand zwischen den Punkten 18, 19 ohne Rest durch sie teilbar ist, bzw. umgekehrt wird der Abstand zwischen den Punkten 18, 19 so bemessen, daß er ein ganzzahliges Vielfaches sowohl der Zahn/Nut-Teilung 16 als auch der Länge der "ersten" Statorpakete ist. Dagegen weisen die "zweiten" Statorpakete eine größere und die "dritten" Statorpakete eine kleinere Länge als die "ersten" Statorpakete auf. Außerdem sind die äußeren und inneren Statorabschnitte 6 bzw. 7 so aus "ersten", "zweiten" und "dritten" Statorpaketen zusammengesetzt, daß die materiellen Spalte 23, 24 zwischen diesen sowie zwischen diesen und den Statorendpaketen sämtlich kleiner als eine vorgewählte maximale materielle Spaltgröße gemacht werden können. Diese Bedingung läßt sich erfindungsgemäß insbesondere dann erfüllen, wenn der materielle Gesamtpalt eines Statorabschnitts 6 bzw. 7, d. h. die Summe seiner Spalte 23 bzw. 24 jeweils den kleinsten Wert besitzt, der sich durch Kombination der "ersten", "zweiten" und "dritten" Statorpakete erzielen läßt.

Fig. 2 und 3 zeigen dies anhand eines einfachen Ausführungsbeispiels, das nachfolgend erläutert wird.

Es sei angenommen, daß das Rastermaß bzw. die Zahn/Nut-Teilung 86 mm beträgt. Bei den "ersten" Statorpaketen ist daher die Zahn- und Nutlänge je 43 mm, während die Endzähne 17 mit 21,5 mm halb so lang sind, so daß die Länge der "ersten" Statorpakete ein ganzseitiges Vielfaches der Rasterlänge ist. Für die "ersten" Statorpakete (z. B. 6c in Fig. 2 und 3) resultiert daraus beim Vorhandensein von zwölf Nuten 15, elf Zähnen 14 und zwei Endzähnen 17 eine Gesamtlänge von 1032 mm. Sollen wie im Ausführungsbeispiel sechs solcher Statorpakete pro Träger 1 montiert werden, wird der Abstand zwischen den Punkten 18 und 19 sechsmal so groß, d. h. entsprechend einem Systemabstand von 6192 mm gewählt, was dem 72fachen der Zahn/Nut-Teilung 16 entspricht. Dieser Systemabstand wird in Transversalrichtung so oft wiederholt, wie der Träger 1 verwendet wird.

Es ist ferner angenommen, daß der Träger 1 längs einer Raumkurve 2 mit einem Radius von 350 m um die Achse 3 gekrümmt ist und eine Querneigung um die Achse 5 von zwölf Grad besitzt, während die Längsneigung um die Achse 4 mit 0° festgelegt ist. In diesem Fall hat der zwischen den Achsen 11, 12 liegende Abschnitt der äußeren Raumkurve 8 z. B. eine Länge von 6212,51 mm und der entsprechende Abschnitt der inneren Raumkurve 9 eine Länge von z. B. 6174,09 mm, was eine Differenz von 38,42 mm bedeutet. Bei Anwendung von sechs "ersten" Statorpaketen und je fünf Spalten 23, 24 führt dies außen zu einer mittleren Breite der Spalte 23 von ca. 4,1 mm, während sich innen selbst bei einer Breite der Spalte 24 von 0 mm eine Länge

für den Statorabschnitt 7 ergeben würde, die größer als der Abstand der Ebenen 11, 12 längs der Raumkurve 9 ist.

Zur Reduzierung der äußeren Spaltbreiten weist der äußere Statorabschnitt ein Statorpaket (z. B. 6d in Fig. 2) mit einer Länge von 1035 mm auf, und zwei weitere Statorpakete (z. B. 6b und 6d in Fig. 2) sind je 1040 mm lang. Diese gegenüber den "ersten" Statorpaketen mit 1032 mm verlängerten Statorpakete 6b, 6d und 6e werden nachfolgend als "zweite" Statorpakete bezeichnet. Sie bewirken, daß der Statorabschnitt 7 eine Gesamtlänge von $3 \cdot 1032 \text{ mm} + 2 \cdot 1040 \text{ mm} + 1 \cdot 1035 \text{ mm} = 6211 \text{ mm}$ hat, woraus zur oben angegebenen Länge des betreffenden Raumkurvenabschnitts von 6212,51 mm nur eine Differenz von 1,51 mm resultiert, was einer mittleren Spaltbreite von nur ca. 0,3 mm pro Spalt 23 entspricht.

Bei einem zweiten, aus Fig. 4 ersichtlichen Ausführungsbeispiel ist bei sonst gleichen Abmessungen eines Trägers 1 angenommen, daß sein Krümmungsradius 5000 m um die Achse 3 in Fig. 1 beträgt. Der Abstand zwischen den Punkten 18, 19 beträgt wie in Fig. 2 $6 \cdot 1032 \text{ mm} = 6192 \text{ mm}$. Im Gegensatz zu Fig. 2 haben die Raumkurvenabschnitte zwischen den Achsen 11 und 12 außen jeweils eine Länge von z. B. 6193,44 mm bzw. innen jeweils Längen von z. B. 6190,75 mm, was einer Differenz von nur 2,69 mm entspricht. Bei diesem Beispiel werden außen sechs "erste" Statorpakete 26a bis 26f verlegt, die eine Gesamtlänge von $6 \cdot 1032 \text{ mm} = 6192 \text{ mm}$ ergeben, was um nur 1,44 mm kleiner ist, als für den betreffenden Raumkurvenabschnitt gilt. Bei fünf Spalten ergibt sich somit ein Gesamtpalt von 1,44 mm bzw. eine mittlere Spaltlänge von ca. 0,29 mm, was mit dem Beispiel nach Fig. 2 vergleichbar ist.

Für die innen liegenden Statorabschnitte ergeben sich jeweils etwas andere Verhältnisse. Würden z. B. in Fig. 2 die längs der Raumkurve 9 verlegten Statorpakete eine Länge von je 1032 mm haben, wäre ihre Gesamtlänge gegenüber dem Abstand der Ebenen 11, 12 von 6174,09 mm selbst bei verschwindenden Spalten 24 viel zu groß. Daher sind "dritte" Statorpakete 7b, 7c, 7d und 7e mit Längen von 1029 mm bzw. 1024 mm vorgesehen, wobei in Fig. 2 die Statorpakete 7b, 7d und 7e eine Länge von 1029 mm haben und das Statorpaket 7c 1024 mm lang ist. Würden auch die Statorendpakete 7a und 7f aus "ersten" Statorpaketen bestehen, würde daraus eine Gesamtlänge von $3 \cdot 1029 \text{ mm} + 1 \cdot 1024 \text{ mm} + 2 \cdot 1032 \text{ mm} = 6175 \text{ mm}$ resultieren, was insgesamt nur noch um 0,91 mm mehr ist, als dem 6174,09 mm betragenden Abstand der Achsen 11, 12 längs der Raumkurve 9 entspricht. Dieses geringe Übermaß ist unbedeutend, da an der Stoßstelle zwischen zwei Trägern 1 nach einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung jeweils Statorendpakete 6a, 6f bzw. 7a, 7f angeordnet werden, die eine Länge von nur 1024 mm statt 1032 mm haben. Dadurch wird dem Umstand Rechnung getragen, daß an der Stoßstelle zwischen zwei Statorabschnitten 6 bzw. 7 Dehnungsspalte 20a + 21a vorgesehen werden, die im Ausführungsbeispiel eine Breite von insgesamt 16 mm aufweisen. Jedes Statorendpaket 6a, 6f, 7a, 7f ist daher um die Hälfte eines solchen Dehnungsspals kürzer. Liegt dagegen ein besonders ungünstiger Fall vor, wie dies für den innen liegenden Statorabschnitt 7 der Fig. 2 gilt, können die äußeren Statorendpakete 7a, 7f auch so verlegt werden, daß sie etwas in den Dehnungspalt hineinragen, vorzugsweise um je die Hälfte, d. h. hier um je 0,455 mm am Anfang 1a bzw. Ende 1b des Trägers 1. Das hat zur Folge, daß beim Aufeinandertreffen von zwei identischen Trägern 1 zwischen den inneren Statorabschnitten 7 ein Dehnungspalt von nur 16 mm - 0,91 mm = 15,09 mm entsteht. Da die Länge der Dehnungsspalte mit einem gewissen Übermaß gewählt ist, kann die Verkürzung um 0,91 mm ohne weiteres toleriert

werden.

Im Fall der Fig. 4 würde sich bei Anwendung von sechs "ersten" Statorpaketen 27a-27f in einem inneren Statorabschnitt 27 eine Gesamtlänge von $6 \cdot 1032 = 6192$ ergeben, was um 1,25 mm mehr ist, als dem 6190,75 mm betragenden Abstand der beiden Achsen 11, 12 von einander entspricht. Um hier zu vermeiden, daß die Statorpakete 27a, 27f in den Dehnungsspalt ragen müssen, wird eines der "ersten" Statorpakete durch ein "drittes" Statorpaket (z. B. 27d) mit einer Länge von 1029 mm ersetzt. Dann ergibt sich rechnerisch eine Gesamtlänge für die Statorpakete 27a-27f von $5 \cdot 1032 \text{ mm} + 1 \cdot 1029 \text{ mm} = 6189 \text{ mm}$, was einer Differenz von 1,75 mm zur Länge des betreffenden Raumkurvenabschnitts und einer mittleren Spaltbreite von 0,35 mm entspricht.

In der obigen Beschreibung wurden die Längen der Statorabschnitte 6, 7, 26 und 27 immer auf die Ebenen 11, 12 bezogen. Wird dagegen, wie im Zusammenhang mit dem inneren Statorabschnitt 7 in Fig. 2 erläutert wurde, grundsätzlich ein Dehnungsspalt von 16 mm vorgesehen, kann die Länge der Statorendpakete 6a, 6f, bzw. 7a, 7f usw. auch durchweg mit 1024 mm (Länge des Statorabschnitts) + 8 mm (halber Dehnungsspalt) angegeben werden. Das Maß von 1032 mm für diese Statorendpakete ist dann ein "ideelles" Maß, das den halben Dehnungsspalt 20 bzw. 21 einschließt. Außerdem ist klar, daß die Anfänge und Enden 1a, 1b der Träger 1 und die Enden der Statorabschnitte nicht immer bündig miteinander abschließen müssen. Es ist durchaus auch denkbar, den Abstand der Trägeranfänge und -enden 1a, 1b längs der Raumkurven 8, 9 kürzer oder länger als die entsprechende Gesamtlänge der Statorabschnitte 6, 7 bzw. 26, 27 zu wählen.

Es ist zweckmäßig, die angegebenen Längen sowohl für die mittleren Statorpakete als auch für die Statorendpakete als "ideelle" Längen zu bezeichnen. Statorpakete der hier interessierenden Art werden z. B. dadurch hergestellt, daß entsprechend zugeschnittene Elektrobleche gestapelt und dann z. B. unter Anwendung eines Druckgeliervorgangs mit einer Beschichtung in Form einer Korrosionsschutz- und/oder Isolierschicht umgeben werden (vgl. z. B. DE 197 03 497 A1). Dadurch ergeben sich für praktische Anwendungsfälle, die aus Fig. 5 bis 7 ersichtlichen Verhältnisse.

In Fig. 5 ist ein Endzahn 17a (vergleichbar z. B. mit dem in Fig. 3 linken Endzahn 17) eines "ersten" Statorpakets (6c in Fig. 2) dargestellt. Danach weist das Statorpaket 6c ein Blechpaket 28 auf, das rundum von einer z. B. 1 mm dicken Beschichtung 29 umgeben ist. Dabei ist das Blechpaket 28 unter Berücksichtigung der Rasterung (im Ausführungsbeispiel 86 mm) hergestellt, da es allein für die magnetischen Eigenschaften verantwortlich ist. Das Blechpaket 28 bestimmt daher die "magnetische" Länge des Statorpakets 6c. Daraus folgt, daß die Zähne 14 und Nuten 15, magnetisch betrachtet, z. B. eine Länge von je 43 mm aufweisen, während die Nuten 15, "materiell" betrachtet, wegen der Beschichtung 29 nur eine Länge von $43 \text{ mm} - 2 \text{ mm} = 41 \text{ mm}$ haben, was in magnetischer Hinsicht unbedeutend ist. An den beiden Enden des Statorpakets 6c muß die Beschichtung 29 jedoch beachtet werden, weil hier zwei Endzähne an einer gedachten Ideallinie bzw. Ebene 30 an einander stoßen. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß zwei Statorpakete nicht unter Bildung eines Idealspalts von 0 mm aneinandergrenzen, sondern real Montagespalte von z. B. 0,2 mm zu beachten sind. Wird auf jeder Seite eines Statorpakets die Hälfte eines solchen Montagespalts in die Betrachtungen einbezogen, wie in Fig. 5 durch die Linie 30 angedeutet ist, ergibt sich, daß der Endzahn 17a eine "ideelle" Länge a von 21,5 mm, eine "materielle" Länge b von 21,4 mm und eine

"magnetische" Länge von 20,4 mm besitzt. Das Maß $a-b = 0,1 \text{ mm}$ entfällt dabei automatisch auf den materiell nicht in Erscheinung tretenden, aber beim Einbau der Statorpakete zu berücksichtigenden Montagespalt von insgesamt 0,2 mm.

Bezogen auf die anhand der Fig. 2 und 4 angegebenen Längen bedeutet dies, daß unter Berücksichtigung des Umstands, daß jedes Statorpaket zwei Endzähne 17 aufweist (Fig. 3), ein "erstes" Statorpaket 6c eine "ideelle" Länge von 1032 mm, eine "materielle" Länge von 1031,8 mm und eine "magnetische" Länge von 1029,8 mm besitzt. Die dadurch an seinen Enden bewirkte Magnetfeld-Störung, die aus der Verkürzung der Blechlänge des Endzahns 17a um 1,1 mm resultiert, ist im Hinblick auf das Trag- und Fahrverhalten einer Magnetschwebbahn tolerierbar.

Fig. 6 zeigt die Verhältnisse an einem "zweiten" Statorpaket (z. B. 6d in Fig. 2) mit einer Länge von 1035 mm. Da das Statorpaket 6d insgesamt 3 mm länger ist als das Statorpaket 6c nach Fig. 5, hat an jedem Ende ein Endzahn 17b bei sonst gleichen Verhältnissen die Maße $a = 23,0 \text{ mm}$, $b = 22,9 \text{ mm}$ und $c = 21,9 \text{ mm}$, d. h. die "magnetische" Länge jedes Endzahns ist im Vergleich zu Fig. 5 um 1,5 mm länger. Insgesamt hat das Statorpaket 6d somit eine "ideelle" Länge von 1035 mm, eine "materielle" Länge von 1034,8 mm und eine "magnetische" Länge von 1032,8 mm.

Hat ein "zweites" Statorpaket eine Länge von 1040 mm (z. B. 6e in Fig. 2), dann beträgt das Maß $c = 24,4 \text{ mm}$. Handelt es sich dagegen um "dritte" Statorpakete, deren Längen gegenüber den "ersten" Statorpaketen verkürzt sind, würde sich bei einer "ideellen" Länge von 1029 mm (z. B. 7b in Fig. 2) ein Maß $c = 18,9 \text{ mm}$ und bei einer "ideellen" Länge von 1024 mm (z. B. 7c in Fig. 2) ein Maß $c = 16,4 \text{ mm}$ ergeben.

Schließlich zeigt Fig. 7 einen Endzahn 17c für ein Statorendpaket 7a in Fig. 2. Hier berechnet sich die "ideelle" Länge von 1024 mm nicht bis zu einer Linie 30, die einen Montagespalt berücksichtigt, sondern z. B. bis zur Ebene 11 in Fig. 2, die auch die Hälfte eines Dehnungsspalts, d. h. zusätzlich 8 mm Spaltbreite einschließt. In diesem Fall hat die Endzahn 17c eine "magnetische" Länge von nur $c = 12,4 \text{ mm}$, eine "materielle" Länge $b = 13,4 \text{ mm}$ und eine "ideelle" Länge $d = 13,4 \text{ mm} + 0,1 \text{ mm}$ (Montagespaltanteil) + 8 mm (Dehnungsspaltanteil) = 21,5 mm. Der zweite Endzahn des Statorpakets 7a entspricht dem des Statorpakets 6c nach Fig. 5.

Aufgrund der anhand in Fig. 7 beschriebenen Gegebenheiten ist die "ideelle" Länge des Endzahns 17c mit $d = 21,5 \text{ mm}$ genau so lang wie die "ideelle" Länge des Endzahns 17a nach Fig. 5. Stoßen daher zwei derartige Statorpakete im Bereich einer Dehnungsfuge aneinander, dann beträgt die Gesamtzahlänge $2 \cdot 21,5 \text{ mm} = 43 \text{ mm}$, d. h. es ergibt sich zwar eine Störung aufgrund der geringen "magnetischen" Länge, es tritt aber keine Änderung der Zahn/Nut-Teilung ein. Da derartige Störungen außerdem nur im Bereich zwischen zwei Trägern 1 und damit nicht mit einer der Statorpaketlänge entsprechenden Periodizität auftreten, sind sie vergleichsweise unbedeutend. Das gilt insbesondere dann, wenn üblicherweise Träger verwendet werden, die um ein Vielfaches der Zahn/Nut-Teilung länger als der Träger 1 sind. Außerdem ist das Statorendpaket 7a so ausgebildet, daß es wie das Statorpaket 7b auch als "drittes" Statorpaket verwendet werden kann.

Die Anwendung der "zweiten" und "dritten" Statorpakete findet wie die der Statorendpakete unter Berücksichtigung der Zahn/Nut-Teilung statt. In Fig. 8 ist z. B. die Stoßstelle zwischen den Statorpaketen 6c und 6d dargestellt. Die Maße $a-b$ (z. B. $= 0,1 \text{ mm}$) deuten hier wie in Fig. 5 und 6 jeweils den Anteil der Statorpakete 6c, 6d an gedachten Montages-

palt 0,2 mm an, während ein Maß e (z. B. $= 0,3$ mm) einen zusätzlichen Spaltanteil bedeutet, der sich aus der oben anhand der Fig. 2 erläuterten Differenz von 1,51 mm zwischen der "ideellen" äußeren Statorabschnittlänge und der Länge der Raumkurve 8 zwischen den Ebenen 11, 12 ergibt. Die erfindungsgemäß verbleibende Magnetfeld-Störung ergibt sich daraus, daß die beiden anstoßenden Endzähne 17a, 17b zusammen eine "ideelle" Länge von 21,5 mm + 23,0 mm + 0,3 mm = 44,8 mm statt sonst 43 mm haben. Im übrigen bleibt die Rasterung unverändert.

Schließlich zeigt Fig. 9 eine Stoßstelle zwischen den Statorpaketen 6d und 6e. Da ein Endzahn 17c des Statorpakets 6e eine ideelle Länge von 25,5 mm hat, beträgt hier die Gesamtlänge des aus beiden Statorpaketen 6d, 6e gebildeten Zahns 23 mm + 25,5 mm + 0,3 mm = 48,8 mm statt 43 mm. Im übrigen bleibt die Rasterung unverändert.

Durch die erfindungsgemäßen Veränderungen der Längen der Endzähne um Bruchteile einer Zahn/Nut-Teilung 16 (Fig. 3) wird einerseits erreicht, daß die für das Tragverhalten eines Fahrzeugs der Magnetschwebbahn entscheidenden "magnetischen" Lücken zwischen den Endzähnen auch in ungünstigsten Fällen sehr klein bleiben (z. B. 2,5 mm in Fig. 8 und 9). Daher ist die Gefahr, daß sich mechanische Schwingungen aufbauen, erheblich reduziert. Andererseits bleiben auch die für den Antrieb verantwortlichen Magnetfeld-Störungen im Bereich zwischen zwei Endzähnen gering, so daß keine Beeinträchtigungen des Fahrkomforts eintreten. Schließlich können durch die sinnvolle Kombination der beschriebenen fünf unterschiedlichen mittleren Statorpakete, denen an den Trägeranfängen bzw. -enden 1a, 1b je ein Statorendpaket hinzugefügt wird, praktisch alle Fahrwegkonfigurationen mit Krümmungen bis herab zu Krümmungsradien von z. B. 350 m realisiert werden, ohne daß sich in den Stoßstellen der Statorpakete innerhalb eines Trägers 1 Spalte ergeben, die eine größere Breite als eine vorgewählte maximale "materielle" Spaltbreite (Fig. 8, 9) von z. B. ca. 0,6 mm (einschließlich 0,2 mm Montagespalte) aufweisen.

Die beschriebenen mittleren Statorpakete und Statorendpakete werden zweckmäßig so miteinander kombiniert, daß

$$-1 \text{ mm} \leq G < 2 \text{ mm}$$

gilt, worin G die Differenz zwischen der Länge eines einem Statorabschnitt 6, 7, 26, 27 zugeordneten Raumkurvenabschnitts zwischen den Ebenen 11 und 12 und der Summe der "ideellen" Längen der in diesem Statorabschnitt enthaltenen mittleren Statorpakete und Statorendpakete ist. G ist somit ein Maß für eine materielle Gesamtsplattbreite, die innerhalb eines Statorabschnitts zusätzlich zu den Montagespalten und den durch die Beschichtung entstehenden Spalten zu berücksichtigen ist. Wird das Maß G gleichmäßig auf alle innerhalb eines Statorabschnitts 6, 7, 26, 27 enthaltenen mittleren Statorpakete bzw. Statorendpakete verteilt, tritt bei $G < 2$ mm zusätzlich zu den anderen genannten Spalten ein mittlerer materieller Spalt auf, der kleiner als 0,4 mm ist. Für den Fall $-1 \text{ mm} \leq G$ gilt dagegen, daß der durch die Krümmung bedingte zusätzliche materielle Gesamtsplatt $G = 0$ ist, da in diesem Fall die überschüssige Statorpaketlänge in die Dehnungsspalte verlegt wird.

Die Anwendung der "zweiten" und "dritten" Statorpakete und der Statorendpakete unter Berücksichtigung der vorgegebenen Zahn/Nut-Teilung ließe sich alternativ auch dadurch verwirklichen, daß die anhand der Fig. 5 bis 7 erläuterte Änderung der Länge der Endzähne jeweils anteilig auf alle in einem Statorpaket vorhandenen Zähne und Nuten verteilt wird. Bei insgesamt 24 Zähnen/Nuten und einer Längenänderung von z. B. 3 mm würde das eine Änderung

der Rasterung bzw. Zahn/Nut-Teilung von 0,125 mm bedingen, was weder im Hinblick auf das Tragverhalten noch im Hinblick auf das Fahrverhalten bedeutsam ist. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Änderung der Länge der Endzähne jeweils allein auf die vorhandenen Zähne zu verteilen, was einer vertretbaren Längenänderung der Zähne von 0,25 mm entsprechen und den Vorteil haben würde, daß die Breite der Nuten 15 unverändert bleibt, wie es für einen sicheren Einbau des Wechselstromkabels erwünscht ist.

Die Erfindung wurde anhand eines Trägers 1 mit einer zwischen den Punkten 18 und 19 gemessenen Länge von 6192 mm erläutert. Dabei ist jedoch klar, daß auch Träger mit anderen Längen verwendet werden können. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, zusätzlich zwei weitere Träger zu verwenden, die etwa vier- bzw. zehnmal so lang wie der Träger 1 sind und mit denselben beschriebenen Statorpaketen bestückt werden können. Bei Anwendung dieser Träger ist der Abstand der zugehörigen Punkte 18, 19 mit z. B. 24768 mm oder 61920 mm ebenfalls gleich einem ganzzahligen Vielfachen sowohl der Zahn/Nut-Teilung 16 als auch der Länge der "ersten" Statorpakete. Diese beiden Träger werden nachfolgend wie die Träger 1 als Serienträger bezeichnet.

Beträgt der Abstand der Punkte 18, 19 z. B. 61920 mm, wird zwischen aufeinander folgenden Trägern bzw. den zugehörigen Statorendpaketen vorzugsweise ein Dehnungssplatt von 86 mm vorgesehen. Zur Realisierung dieses Spalts wird analog zur obigen Beschreibung ein weiteres Statorendpaket mit einer "ideellen" Länge von 1032 mm verwendet, das jedoch abweichend von den Statorendpaketen 6a, 6f usw. eine "materielle" Länge von 945,8 mm und eine "magnetische" Länge von 943,8 mm besitzt. Dieses Statorendpaket unterscheidet sich von den "ersten" Statorpaketen dadurch, daß es genau um eine Zahn-/Nut-Teilung 16 von 86 mm gekürzt ist und daher seine "ideelle" Länge einen Montagessplattanteil von 0,1 mm und einen Dehnungssplattanteil von 86 mm einschließt. Im Gegensatz zu den Trägern 1 ist bei Serienträgern dieser Länge außerdem vorgesehen, daß der Dehnungssplatt von 86 mm nur einmal in der Stoßstelle zwischen zwei Trägern auftritt, d. h. die zugeordneten Anfänge bzw. Enden der angrenzenden Träger normal ausgebildet sind. Wie im Fall des 1024 mm langen Statorendpakets könnte auch das materiell 945,8 mm lange Statorendpaket als "drittes" Statorpaket verwendet werden.

Unter Berücksichtigung dieser Maße ergibt sich für einen Träger mit einem Krümmungsradius von z. B. 350 m um die Achse 3 in Fig. 1 und mit einer Längs- und Querneigung um die Achsen 4 und 5 von jeweils 0° z. B. auf der Innenseite eine Gesamtlänge von 61723,63 mm und auf der Außenseite eine Gesamtlänge von 62116,37 mm zwischen den Ebenen 11 und 12 und längs der Raumkurven 9 bzw. 8. Der innere Statorabschnitt wird z. B. wie folgt realisiert: Es werden 55 "dritte" Statorpakete mit einer "ideellen" Länge von 1029 mm und vier "dritte" Statorpakete mit einer "ideellen" Länge von 1024 mm verwendet, und außerdem wird am Anfang oder am Ende des Trägers ein Statorendpaket mit einer "ideellen" Länge von 1032 mm und einer "materiellen" Länge von 945,8 mm angebracht. Es ergibt sich dann $55 \cdot 1029 \text{ mm} + 4 \cdot 1024 \text{ mm} + 1 \cdot 1032 \text{ mm} = 61723 \text{ mm}$, woraus eine Abweichung von insgesamt nur $G = 0,63$ mm bzw. eine zusätzliche mittlere Spaltbreite von 0,01 mm resultiert. Auf der Kurvenaußenseite werden dagegen 55 "zweite" Statorpakete mit einer "ideellen" Länge von 1035 mm und vier "zweite" Statorpakete mit einer "ideellen" Länge von 1040 mm verwendet, während an einem der Enden das oben beschriebene Statorendpaket hinzukommt. Daraus ergibt sich $55 \cdot 1035 \text{ mm} + 4 \cdot 1040 \text{ mm} + 1 \cdot 1032 \text{ mm} = 62117 \text{ mm}$, d. h. es entsteht ein Übermaß von

nur $G = 0,63$ mm. Dieser Überschuß wird analog zum weiter oben beschriebenen Beispiel dadurch berücksichtigt, daß das Statorendpaket um dieses Maß in den Dehnungsspalt hineinragt, so daß dieser nur 85,37 mm beträgt, was ohne weiteres tolerierbar ist. Die zusätzliche mittlere materielle Spaltbreite zwischen den Statorpaketen ist daher gleich Null.

Entsprechende Berechnungen lassen sich für einen Serienträger anstellen, der zwischen Punkten 18 und 19 angeordnet ist, die einen Abstand von 24768 mm voneinander aufweisen.

Dadurch wird der zusätzliche Vorteil erzielt, daß alle Fahrwege baukastenartig aus einem kostengünstig herstellbaren Bausatz zusammengestellt werden können, der z. B. nur drei unterschiedlich lange Serienträger, vier unterschiedlich lange mittlere Statorpakete und zwei unterschiedlich lange Statorendpakete enthält, die bei Bedarf auch als mittlere Statorpakete verwendet werden können. Es ist dann lediglich erforderlich, die Raumkurve 2 durch Punkte 18, 19 in Abschnitte zu unterteilen, deren Längen entsprechend den Längen der im Einzelfall verwendeten Träger bemessen sind, wodurch sich die Projektierung eines Fahrwegs wesentlich vereinfachen läßt.

Die Verteilung der unterschiedlich langen Statorpakete kann im Prinzip beliebig erfolgen. Vorzugsweise werden aber die "zweiten" Statorpakete nur für äußere und die "dritten" Statorpakete nur für innere Statorabschnitte verwendet. Außerdem ist es zweckmäßig, die von der normalen Länge (1032 mm) abweichenden Statorpakete gleichmäßig über die Statorabschnitte zu verteilen.

Die anhand der obigen Ausführungsbeispiele erläuterte Erfindung bringt vor allem auch erhebliche Vorteile bei der Projektierung und Herstellung eines Fahrwegs mit zwei Fahrspuren mit sich, wie nachfolgend anhand der Fig. 10 erläutert ist. Außerdem ist sie problemlos auch auf Trassen mit mehr als zwei Fahrspuren übertragbar.

Fig. 10 zeigt einen Fahrweg für eine Magnetschwebbahn mit zwei Fahrspuren 31 und 32, die gekrümmte und ggf. auch gerade Fahrwegabschnitte aufweisen. Jede Fahrspur 31, 32 ist analog zum Fahrweg nach Fig. 1 bis 9 ausgebildet und daher durch eine Raumkurve 2a bzw. 2b und je zwei Raumkurven 8a, 8b bzw. 9a, 9b charakterisiert, die den Raumkurven 2, 8 und 9 nach Fig. 2 und 4 entsprechen. Dabei ist vorausgesetzt, daß in einem ersten Verfahrensschritt nicht nur diese Raumkurven, sondern auch zugehörige Zwangspunkte 33, 34 festgelegt wurden. Dabei kann es sich beim Zwangspunkt 33 z. B. um den Anfang des gesamten Fahrwegs handeln, während der Zwangspunkt 34 z. B. den Beginn eines Sonderbauwerks in Form einer Brücke, eines Bahnhofs od. dgl. darstellt. Der zwischen den beiden Zwangspunkten 33, 34 liegende Teil des Fahrwegs wird nachfolgend als Projektierungsabschnitt 35 bezeichnet.

Die Herstellung des Fahrwegs innerhalb des Projektierungsabschnitts 35 beginnt erfindungsgemäß damit, daß zunächst der Abstand zwischen den Zwangspunkten 33, 34 so festgelegt wird, daß die Raumkurve 2a derjenigen Fahrspur 31, die mit einem äußeren Fahrspurabschnitt an den zweiten Zwangspunkt 34 grenzt, eine Länge besitzt, die genau einem ganzzahligen Vielfachen einer vorgewählten Zahn/Nut-Teilung (hier z. B. 86 mm) entspricht. Das ist ohne weiteres möglich, da der Anfang des auf den Zwangspunkt 34 folgenden Sonderbauwerks ohne weiteres um das dazu maximal erforderliche, der halben Zahn/ Nut-Teilung entsprechende Maß (hier 43 mm) nach vorn oder hinten verlegt werden kann. Ferner ist klar, daß der Abstand zwischen den beiden Zwangspunkten 33, 34 längs der anderen Fahrspur 32 um ein Maß u größer oder kleiner als längs der Fahrspur 31 ist, das kleiner oder höchstens gleich der Hälfte des Ra-

stermaßes, d. h. hier höchstens gleich 43 mm ist. Schließlich wird unter einem äußeren Fahrspurabschnitt analog zu Fig. 2 und 4 ein Fahrspurabschnitt verstanden, der in einer Kurve des Fahrwegs außen liegt. Grenzt an den Zwangspunkt 34 (oder auch 33) ein gerader Fahrspurabschnitt, dann wird dieser ebenfalls als äußerer Fahrspurabschnitt bezeichnet, sofern der erste vom geraden Abschnitt abweichende Abschnitt ein äußerer Abschnitt ist. Entsprechendes gilt für die inneren Fahrspurabschnitte.

Ausgehend davon wird nun in einer vorgewählten Projektierungsrichtung (Pfeil z) und beginnend am ersten Zwangspunkt 33 mit der Projektierung der Träger für den Fahrweg begonnen, indem an den Zwangspunkt 33 ein für den äußeren angrenzenden Fahrspurabschnitt bestimmter Serienträger 36 gemäß obiger Beschreibung angesetzt wird. Daran anschließend werden für den äußeren Fahrspurabschnitt weitere Träger 37 geplant, und zwar so lange, bis ein Krümmungswechselpunkt 38 erreicht wird, der hier als eine normal zur Raumkurve 2b verlaufende Linie angedeutet ist. Dabei legen die Anfänge und Enden der Serienträger 36 und 37 die Positionen für schematisch angedeutete Loslager 39 und 40 und die Mitten der Serienträger 36 und 37 die Positionen für entsprechende Festlager 41 fest, die dann entsprechend den üblichen Methoden berechnet und durch die Projektierung der zugehörigen Stützen oder sonstigen Unterbauten ergänzt werden.

Schematisch angedeutete Ebenen 42 bzw. Trägeranfänge und -enden entsprechen in Fig. 2 und 4 den Ebenen 11 und 12, auf denen die Punkte 18 und 19 liegen, und Ebenen 43 bzw. die Trägermitten den Ebenen 10, wobei je nach Fall und Gelände die Ebenen 43 und die Festlager 41 auch aussermittig bezüglich der Träger angeordnet sein können.

Im Hinblick auf den an den Zwangspunkt 33 grenzenden inneren Fahrspurabschnitt der Fahrspur 31 könnte prinzipiell auf dieselbe Weise vorgegangen werden. Wegen der kürzeren Bogenlänge im inneren Bereich würde das allerdings zur Folge haben, daß sich zwischen den Anfängen bzw. Enden der Träger ein immer größerer Versatz ergeben würde, wie im Bereich des Krümmungswechselpunkts 38 durch ein Maß v angedeutet ist. Dieser Versatz v wäre in ungünstigen Fällen so groß, daß die Lager für diese Träger nicht mit Hilfe derselben Stützen und Unterbauten wie für den äußeren Fahrspurabschnitt errichtet werden könnten, d. h. praktisch zwei völlig separate Fahrwege für die beiden Spuren entstehen würden, was aus Kostengründen unerwünscht ist. Erfindungsgemäß wird demgegenüber vorgeschlagen, für den inneren Fahrspurabschnitt Träger zu verwenden, die im Vergleich zu den im äußeren Fahrspurabschnitt verwendeten Serienträgern derart gekürzt sind, daß der Versatz v an den Enden stets unterhalb eines tolerierbaren Maßes ist.

Hierzu wird, ausgehend vom Zwangspunkt 33, für den inneren Fahrspurabschnitt zunächst ein Träger 44 vorgesehen, dessen Länge ursprünglich der des Serienträgers 36 entspricht, aber um so viele ganzzahlige Vielfache der Zahn/ Nut-Teilung gekürzt ist, daß die für sein Ende maßgebliche Ebene 42a um ein Maß w zur Ebene 42 versetzt ist, das kleiner als die halbe Zahn/ Nut-Teilung ist. Je nach Fall kann der Träger 44 dabei um dieses Maß über die Ebene 42 hinausragen oder vor dieser Ebene 42 enden. Entsprechend wird mit dem in Projektierungsrichtung z folgenden Träger, z. B. einem Träger 45, vorgegangen, der an den Träger 44 in derselben Weise angesetzt wird, wie oben in Verbindung mit Fig. 1 bis 9 ausführlich beschrieben wurde. Entsprechend der Lage der nächsten Ebene 42 wird dieser Träger 45, falls erforderlich, wiederum um ein ganzzahliges Vielfaches der Zahn/ Nut-Teilung gekürzt, so daß der Versatz v kleiner als hier 43 mm ist.

Da der außen befindliche Träger 37 um nicht mehr als die Hälfte seiner Länge über den Krümmungsmittelpunkt 38 hinausragt, bildet er den letzten Serienträger des äußeren Abschnitts. Im weiteren Verlauf werden die Serienträger längs des jetzt außen liegenden Fahrspurabschnitts der Fahrspur 31 verwendet, indem ein erster Serienträger 46 an den Träger 45 angeschlossen wird, während auf dem jetzt innen liegenden Fahrspurabschnitt der Fahrspur 32 Träger (z. B. 47) verwendet werden, die um ganzzahlige Vielfache der Zahn/Nut-Teilung gekürzt werden. Diese Verfahrensweise wird fortgesetzt, bis entweder ein weiterer Krümmungswendepunkt oder der Zwangspunkt 34 erreicht ist.

Im Bereich des Zwangspunkts 34 ist es in der Regel nicht möglich, einen Serienträger zu verwenden, es sei denn, dieser würde zufällig die erforderliche Länge besitzen. Daher wird dort auch im äußeren Bereich ein Träger 48 verwendet, der um ein ganzzahliges Vielfaches kleiner als die Zahn/Nut-Teilung ist, und entsprechendes gilt für einen Träger 49 am Ende des inneren Fahrspurabschnitts. Außerdem ist klar, daß aufgrund der beschriebenen Verfahrensweise der Träger 48 mit einem Versatz von Null an den Zwangspunkt 34, der Träger 49 dagegen mit dem Versatz u an den Zwangspunkt grenzt, der kleiner ist, als der halben Zahn/Nut-Teilung entspricht, wobei dieser Träger 49 kurz vor oder kurz hinter dem Zwangspunkt 34 enden kann.

Wäre der verwendete Serienträger 37 so lang, daß er um mehr als die Hälfte seiner Länge über den Krümmungswendepunkt 38 hinausragt, würde bereits beim vorhergehenden Träger mit dem Wechsel der Fahrspur für die Serienträger begonnen, d. h. in diesem Fall wäre bereits der Träger 45 ein Serienträger und der Träger 37 ein gekürzter Träger.

Die beschriebene Verfahrensweise bringt den wesentlichen Vorteil mit sich, daß sich die Positionen für die Loslager 39, 40 aus der Projektierung von längs der beiden Fahrspuren 31, 32 angeordneten Serienträgern ergeben und für die Loslager der jeweils gekürzten Träger dieselben Stützen und Unterbauten verwendet werden können, weil der Versatz u , v , w bzw. x der Trägerenden vergleichsweise klein und an keiner Stelle größer als hier 43 mm ist. Entsprechendes gilt für die Festlager 41, die höchstens um diesen Wert versetzt sein können.

Nachdem die Art und die Länge der verschiedenen Träger festgelegt ist, können diese einzeln mit Statorpaketen belegt werden. Für die Serienträger erfolgt dies entsprechend der obigen Beschreibung. Dabei versteht sich, daß für die Längen der einzelnen Serienträger immer die Punkte 18, 19 nach Fig. 2 und 4 maßgeblich sind, so daß es sich um "ideelle", zwischen den Ebenen 42 usw. gemessene Längen handelt, wie aus der Beschreibung der Fig. 2 und 4 hervorgeht. Im Hinblick auf die gekürzten Träger besteht der einzige Unterschied darin, daß sie eine um ein ganzzahliges Vielfaches der Zahn/Nut-Teilung kürzere Länge als die Serienträger aufweisen. Sie können daher wie die Serienträger mit Statorpaketen ausgerüstet werden, wobei für jede Verkürzung um eine Zahn/Nut-Teilung z. B. ein oben als Statorendpaket beschriebenes Statorpaket verwendet werden kann, das eine materielle Länge von 945,8 mm aufweist, d. h. um eine Zahn/Nut-Teilung gegenüber den "ersten" Statorpaketen gekürzt ist.

Daraus erfolgt, daß für die beiden Fahrspuren 31 und 32 sowohl die Serienträger als auch die Statorpakete des beschriebenen Bausatzes verwendet werden können und innen liegende Träger lediglich zu kürzen sind. Weiterhin kann im Anschluß an den zweiten Zwangspunkt 34 in analoger Weise weiter vorgegangen werden, indem zunächst ein ggf. vorhandenes Sonderbauwerk im 86er-Raster geplant und dann der nächste Fahrwegabschnitt in der beschriebenen Weise projiziert wird. Dadurch kann die gesamte herzustell-

ende Strecke in dem einmal gewählten Raster geplant bzw. in Stücke mit einer der Zahn/Nut-Teilung entsprechenden Länge eingeteilt und dann in der vorgewählten Richtung z projiziert werden.

Die oben beschriebenen Verfahrensweise zur Projektierung und zum Bau eines Fahrwegs ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn es sich um Serienträger großer Länge (z. B. 61920 mm oder 24768 mm handelt. Bei Anwendung von vergleichsweise kurzen, meistens ebenerdig verlegten Trägern (z. B. den Trägern 1 nach Fig. 2 und 4) muß das beschriebene Verfahren in der Regel nicht angewendet werden, weil hier die Bereitstellung getrennter Unterbauten für die Träger 1 ohne weiteres möglich ist. Gekürzte Stücke dieser Träger brauchen daher stets erst am Ende eines aus diesen Trägern gebildeten Fahrwegabschnitts eingefügt werden, um den zugeordneten Zwangspunkt mit einem Versatz von weniger als 43 mm zu erreichen.

Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, die auf vielfache Weise abgewandelt werden können. Dies gilt insbesondere für die beschriebenen Längen, Zahn/Nut-Teilungen, Montagespalte, Dehnungsspalte und sonstigen Maßangaben. Entsprechende Bausätze aus Trägern und Statorpaketen lassen sich natürlich auch mit anderen Zahn/Nut-Teilungen realisieren. Weiter wäre es möglich, anstelle von nur je zwei unterschiedlichen "zweiten" bzw. "dritten" Statorpaketen und einem "ersten" Statorpaket noch weitere "erste", "zweite" und "dritte" Statorpakete mit anderen als den angegebenen Längen und/oder anderen als den angegebenen Abstufungen vorzusehen oder das eine oder andere "zweite" bzw. "dritte" Statorpaket wegfällen zu lassen, in welchem Fall sich auch andere Ungleichungen für G ergeben können.

Außerdem ist es möglich, zum Anschluß des Fahrwegs an Sonderbauwerke wie z. B. Brücken od. dgl. weitere "dritte" Statorpakete vorzusehen, bei denen z. B. eine vorgewählte Anzahl von Zähnen/Nuten ganz fehlt oder die beliebig gekürzt werden, um die zum Anschluß an das jeweilige Sonderbauwerk benötigten Differenzlängen auszugleichen bzw. Dehnungsspalte zu schaffen. Weiter können mit der Erfindung auch Fahrwege für Fahrzeuge mit mehr als zwei Statoren oder Fahrwege mit zwei Spuren und vier Statoren oder Fahrwege mit drei oder mehr Spuren realisiert werden, wobei diese Spuren jeweils auf denselben Trägern oder auf mechanisch miteinander gekoppelten und auf gemeinsamen Fest- und Loslagern gelagerten Trägern angeordnet werden können. Schließlich versteht sich, daß die verschiedenen Merkmale auch in anderen als den dargestellten und beschriebenen Kombinationen verwendet werden können.

Patentansprüche

1. Fahrweg für eine Magnetschwebbahn mit einem wenigstens zwei parallele Statoren aufweisenden Langstator-Linearantrieb, enthaltend: eine Vielzahl von längs einer Trasse angeordneten, zur Bildung von geraden und gekrümmten Fahrwegsabschnitten bestimmten Trägern (1) und an den Trägern (1) montierte Statorabschnitte, die längs paralleler, ihnen zugeordneter Raumkurvenabschnitte angeordnet und aus geraden Statorendpaketen (6a, f; 7a, f; 26a, f; 27a, f) und zwischen diesen angeordneten, ebenfalls geraden, mittleren Statorpaketen (6b-e; 7b-e; 26b-e; 27b-e) zusammengesetzt sind, die im Bereich der gekrümmten Fahrwegabschnitte unter Bildung von äußeren und inneren Statorabschnitten (6, 7, 26, 27) nach Art von Polygonzügen verlegt und durch Spalte (23, 24) voneinander getrennt sind, wobei die Statorendpakete (6a, f; 7a, f; 26a, f; 27a, f) und die mittleren Statorpakete (6b-e;

7b-e; 26b-e; 27b-e), bezogen auf eine zwischen den beiden Raumkurvenabschnitten liegende, gedachte Raumkurve (2), eine vorgewählte Zahn/Nut-Teilung (16) sowie unterschiedliche "ideelle" Längen aufweisen, die sich um Bruchteile einer Zahn/Nut-Teilung (16) voneinander unterscheiden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die mittleren Statorpakete (6b-e; 7b-e; 26b-e; 27b-e) in wenigstens einem äußeren oder inneren Statorabschnitt (6, 7, 26, 27) unter Berücksichtigung ihrer unterschiedlichen "ideellen" Länge so miteinander kombiniert sind, daß ein "materieller" Gesamtspace zwischen den Statorendpaketen (6a, f; 7a, f; 26a, f; 27a, f) und den mittleren Statorpaketen (6b-e; 7b-e; 26b-e; 27b-e) dieses Statorabschnitts (6, 7, 26, 27) die kleinste mögliche Breite aufweist.

2. Fahrweg nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die mittleren Statorpakete "erste" Statorpakete (6c, 26b-e; 27b, c, e) mit einer "ideellen" Länge enthalten, die einem ganzzahligen Vielfachen der Zahn/Nut-Teilung (16) entspricht.

3. Fahrweg nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die mittleren Statorpakete "zweite" und "dritte" Statorpakete (6b, d, e; 7b-e; 27d) enthalten, deren "ideelle" Längen um Bruchteile einer Zahn/Nut-Teilung (16) größer bzw. kleiner als Längen der "ersten" Statorpakete (6c; 26b-e; 27b, c, e) sind.

4. Fahrweg nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Träger (1) zwischen den Punkten (18, 19) der Raumkurve (2) verlegt sind, die Abstände voneinander aufweisen, die einem ganzzahligen Vielfachen der Zahn/Nut-Teilung (16) entsprechen.

5. Fahrweg nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstände der Punkte (18, 19) überwiegend auch ganzzahligen Vielfachen der "ideellen" Längen der "ersten" Statorpakete (6c; 26b-e; 27b, c, e) entsprechen.

6. Fahrweg nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen in Trassenrichtung aneinander grenzenden Statorabschnitten zweier Träger (1) jeweils Dehnungsspalte (20, 21a) vorgesehen sind und diesen zugeordnete Statorendpakete (6a, f; 7a, f; 26a, f; 27a, f) eine Länge aufweisen, die unter Berücksichtigung der Größen der Dehnungsspalte (20a, 21a) eine "materielle" Länge aufweisen, die um einen Bruchteil einer Zahn/Nut-Teilung (16) kleiner als die Länge der "ersten" Statorpakete (6c; 26b-e; 27b, c, e) ist.

7. Fahrweg nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen in Trassenrichtung aneinander grenzenden Statorabschnitten zweier Träger (1) jeweils Dehnungsspalte (20a, 21a) vorgesehen sind und diesen zugeordnete Statorendpakete im Vergleich zu den "ersten" Statorpaketen (6c; 26b-e; 27b, c, e) um eine Zahn/Nut-Teilung (16) gekürzt sind.

8. Fahrweg nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Punkte (18, 19) auf normal zur Raumkurve (2) gerichteten Ebenen (11, 12) liegen.

9. Fahrweg nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die "zweiten" und "dritten" Statorpakete (6b, d, e bzw. 7b-e; 27d) und die Statorendpakete (6a, f; 7a, f; 26a, f; 27a, f) eine der Zahn/Nut-Teilung (16) der "ersten" Statorpakete (6c; 26b-e; 27b, c, e) entsprechende Zahn/Nut-Teilung (16) aufweisen und die größere bzw. kleinere "ideelle" Länge durch entsprechende Verlängerung bzw. Verkürzung von Endzähnen (17b, c) erhalten wird.

10. Fahrweg nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die "zweiten" und "dritten" Statorpakete und die Statorendpakete eine Zahn/Nut-Teilung aufweisen, die um ein ihrer größeren bzw. kleineren "ideellen" Länge entsprechendes Maß größer bzw. kleiner als die Zahn/Nut-Teilung der "ersten" Statorpakete (6c; 26b-e; 27b, c, e) ist.

11. Fahrweg nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die "zweiten" und "dritten" Statorpakete und die Statorendpakete bei unveränderter Nutbreite eine Zahnbreite aufweisen, die um ein ihrer größeren bzw. kleineren "ideellen" Länge entsprechendes Maß größer bzw. kleiner als die Zahnbreite der "ersten" Statorpakete ist.

12. Fahrweg nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß er unter Anwendung einer vorgewählten kleinen Anzahl von Trägertypen (Serienträgern) mit unterschiedlichen Längen hergestellt ist, die jeweils zwischen Punkten (18, 19) angeordnet sind, deren Abstände unterschiedlichen ganzzahligen Vielfachen der Zahn/Nut-Teilung (16) und unterschiedlichen ganzzahligen Vielfachen der "ersten" Statorpakete (6b; 26b-e; 27b, c, e) entsprechen.

13. Fahrweg nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die "zweiten" Statorpakete (6b, d, e) nur innerhalb der äußeren Statorabschnitte (6, 26) und die "dritten" Statorpakete (7b-e; 27d) nur innerhalb der inneren Statorpakete (7, 27) vorgesehen sind.

14. Fahrweg nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Statorendpakete (6a, f; 7a, f; 26a, f; 27a, f) und die mittleren Statorpakete (6b-e; 7b-e; 26b-e; 27b-e) innerhalb der äußeren und inneren Statorabschnitte (6, 7, 26, 27) so miteinander kombiniert sind, daß $-1 \text{ mm} \leq G < 2 \text{ mm}$ gilt, worin G die Differenz zwischen den Längen der den Statorabschnitten (6, 7, 26, 27) zugeordneten Raumkurvenabschnitten und der Summe der "ideellen" Längen der in den Statorabschnitten (6, 7, 26, 27) enthaltenen Statorendpakete (6a, f; 7a, f; 26a, f; 27a, f) und mittleren Statorpakete (6b-e; 7b-e; 26b-e; 27b-e) ist.

15. Bausatz zur Herstellung von Fahrwegen für eine Magnetschwebbahn mit einem wenigstens zwei parallele Statoren aufweisenden Langstator-Linearmotor, dadurch gekennzeichnet, daß er eine Vielzahl von Statorpaketen (6b-e; 7b-e; 26b-e; 27b-e), Statorendpaketen (6a, f; 7a, f; 26a, f; 27a, f) und Serienträgern (1) nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14 enthält.

16. Verfahren zur Herstellung eines Fahrwegs für eine Magnetschwebbahn mit gekrümmten und ggf. auch geraden Fahrwegabschnitten, die wenigstens zwei Fahrspuren (31, 32) bilden, mit Statoren von je einem Langstator-Linearmotor pro Fahrspur versehen sind und entsprechend ihren Krümmungen äußere und innere Fahrspurabschnitte aufweisen, wobei längs einer vorgegebenen Trasse zwei den Fahrspuren (31, 32) zugeordnete Raumkurven (2a, 2b), wenigstens ein erster und ein zweiter Zwangspunkt (33, 34) und ein zwischen diesen angeordneter Projektierungsabschnitt (35) festgelegt, längs des Projektierungsabschnitts (35) Träger (36, 37, 44-49) und deren Lager für den Fahrweg und die Statoren angeordnet und die Träger (36, 37, 44-49) mit die Statoren bildenden Statorpaketen versehen werden, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen den beiden Zwangspunkten (33, 34) so festgelegt wird, daß die Raumkurve (2a) derjenigen Fahrspur (31), die mit einem äußeren Fahrspurabschnitt an den zweiten Zwangspunkt (34) grenzt, eine

Länge besitzt, die einem ganzzahligen Vielfachen einer vorgewählten Zahn/Nut-Teilung (16) für den Fahrweg entspricht, daß ferner, beginnend am ersten Zwangspunkt (33), längs der jeweiligen äußeren Fahrspurabschnitte Serienträger (36, 37, 46, 48) aus dem Bausatz nach Anspruch 15 angeordnet werden, während längs der jeweils inneren Fahrspurabschnitte Träger (44, 45, 47, 49) angeordnet werden, die gegenüber den Serienträgern (36, 37, 46, 48) um ganzzahlige Vielfache der Zahn/Nut-Teilung (16) gekürzt sind, wobei die Kürzung dieser Träger (44, 45, 47, 49) derart erfolgt, daß ihre Enden gegenüber den Enden eines zugeordneten Serienträgers (36, 37, 46, 48) des äußeren Fahrspurabschnitts höchstens um je eine halbe Zahn/Nut-Teilung versetzt sind, und daß alle Träger (36, 37, 44-49) mit Statorpaketen und Statorendpaketen aus dem Bausatz nach Anspruch 15 ausgerüstet werden.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß für den Fall, daß der letzte Träger (48) des an den zweiten Zwangspunkt (34) grenzenden äußeren Fahrspurabschnitts eine den zweiten Zwangspunkt (34) überragende Länge besitzt, so um ein ganzzahliges Vielfaches der Zahn/Nut-Teilung (16) gekürzt wird, daß er ohne Versatz an den zweiten Zwangspunkt (34) grenzt.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß beim Erreichen eines Krümmungswechselpunktes (38) der diesen überquerende Serienträger (37) nur dann längs des vor dem Krümmungswechselpunkt (38) äußeren Fahrspurabschnitts verlegt wird, wenn er den Krümmungswechselpunkt (38) um nicht mehr als die Hälfte seiner Länge überquert, andernfalls auf demjenigen Fahrspurabschnitt angeordnet wird, der hinter dem Krümmungswechselpunkt (38) außen liegt.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

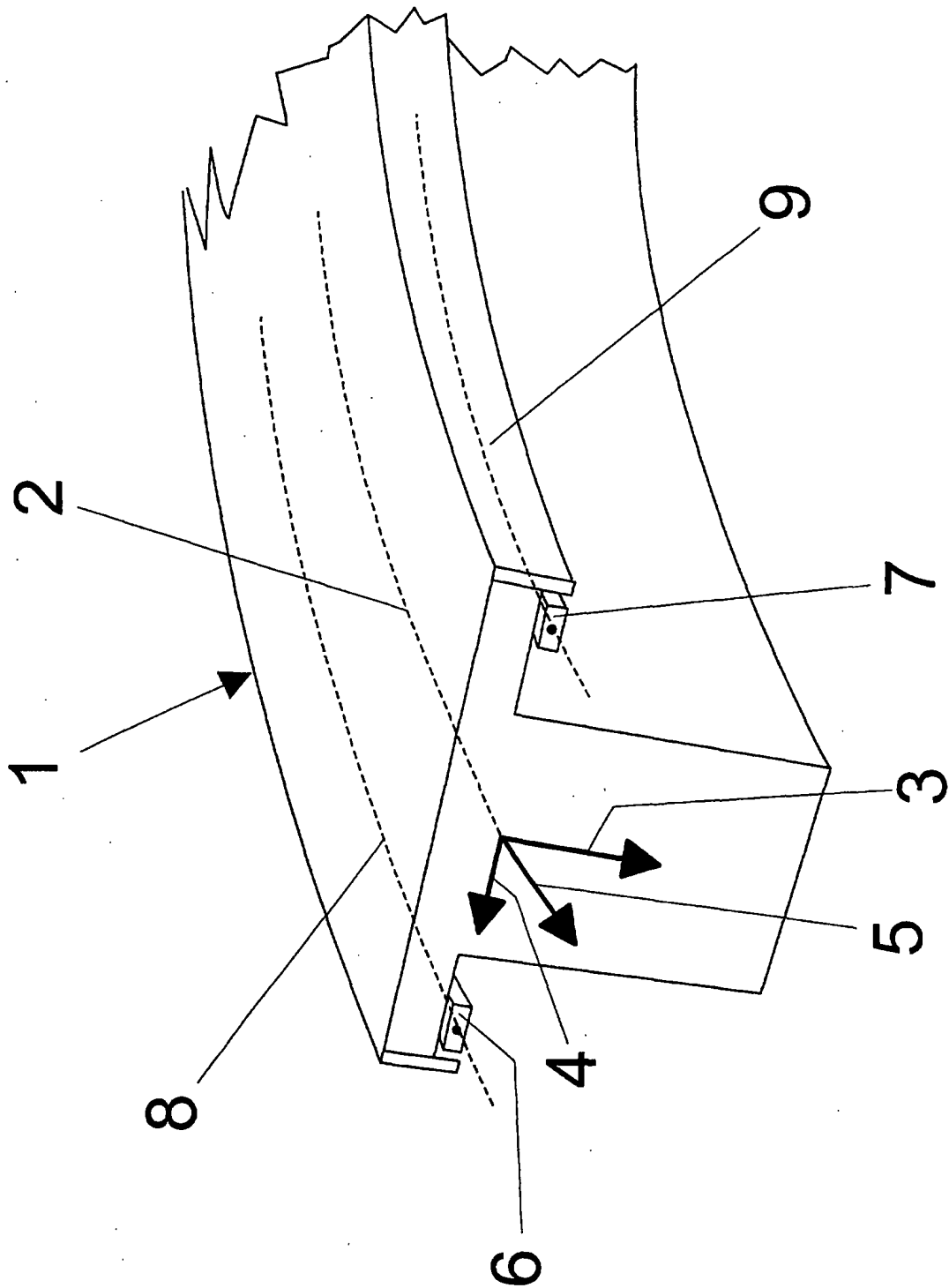


FIG.1

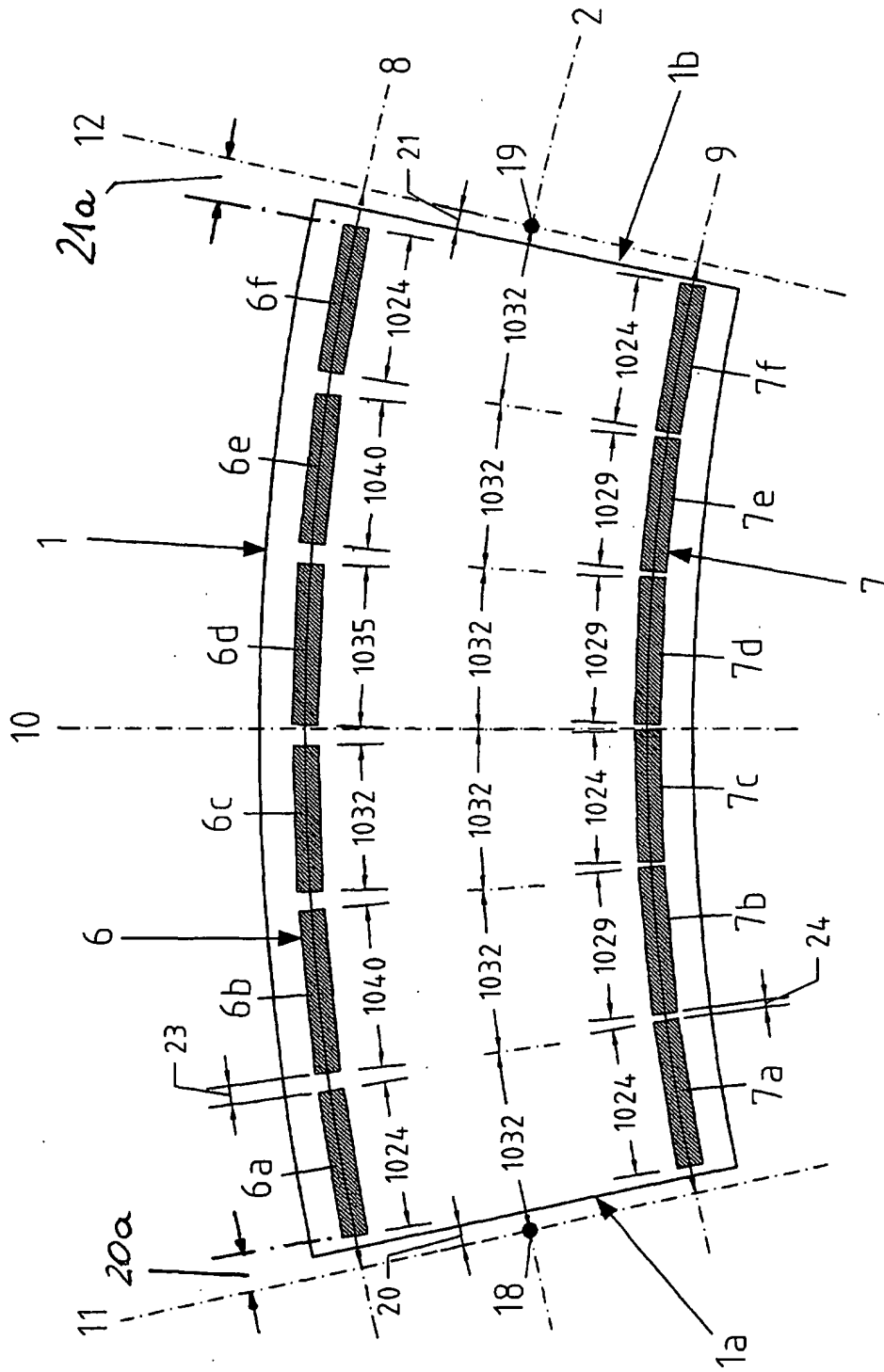


FIG. 2

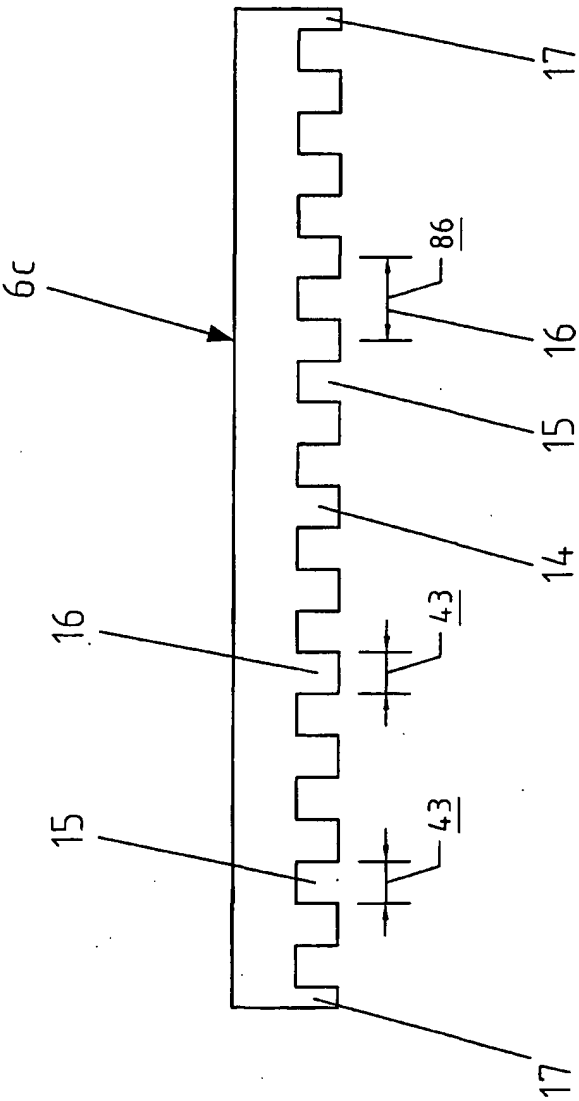


FIG. 3

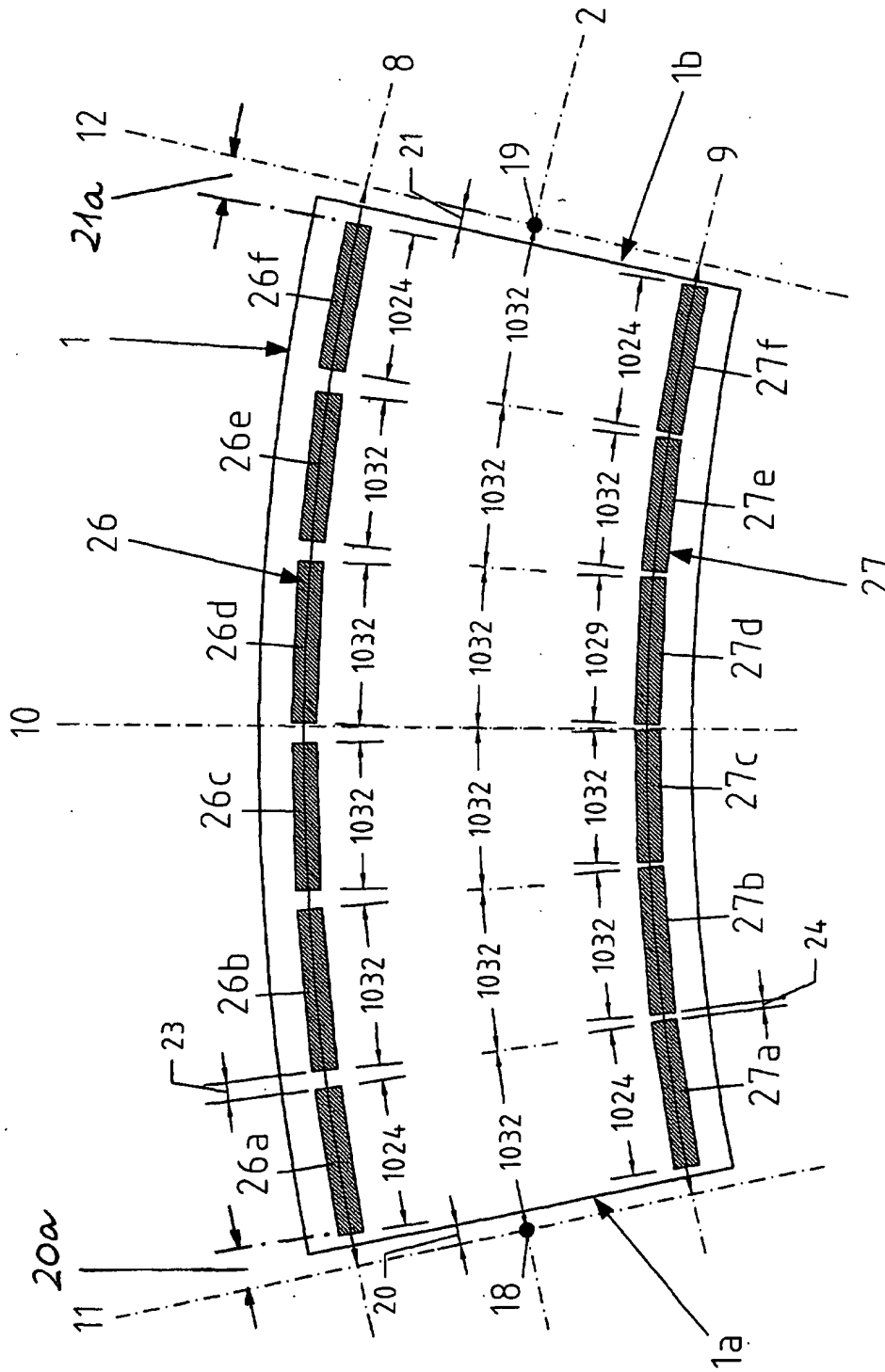


FIG. 4

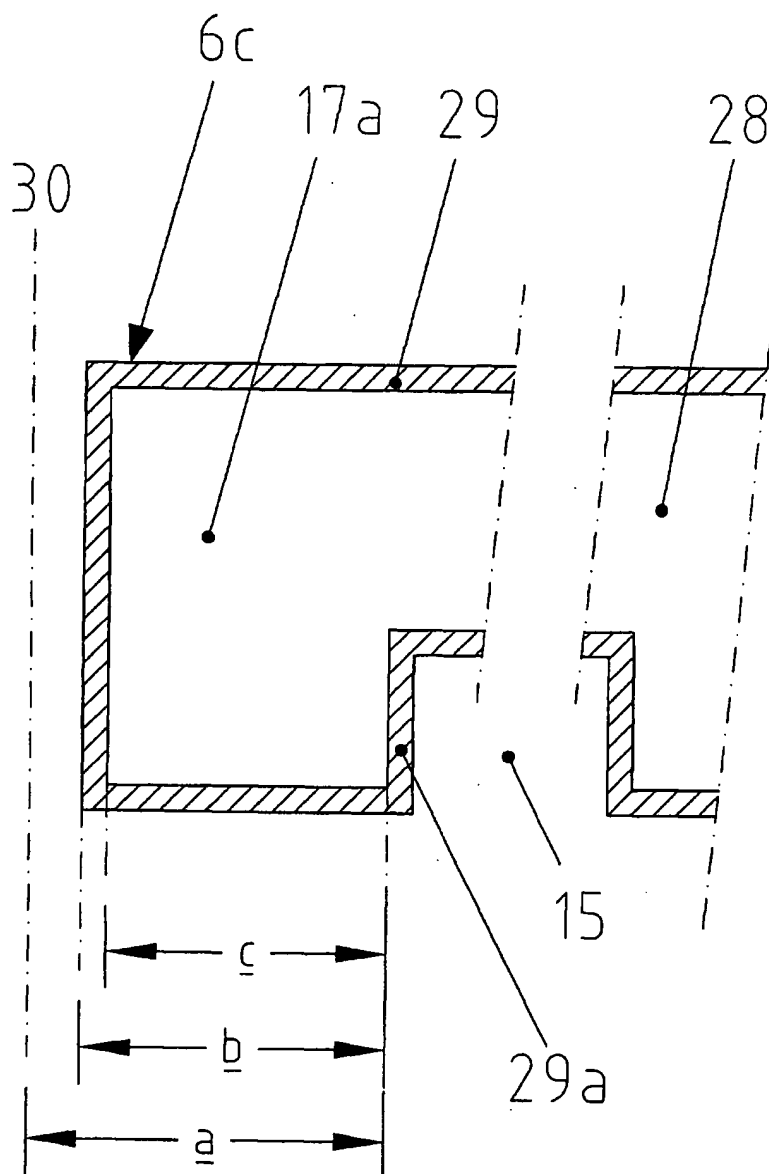


FIG. 5

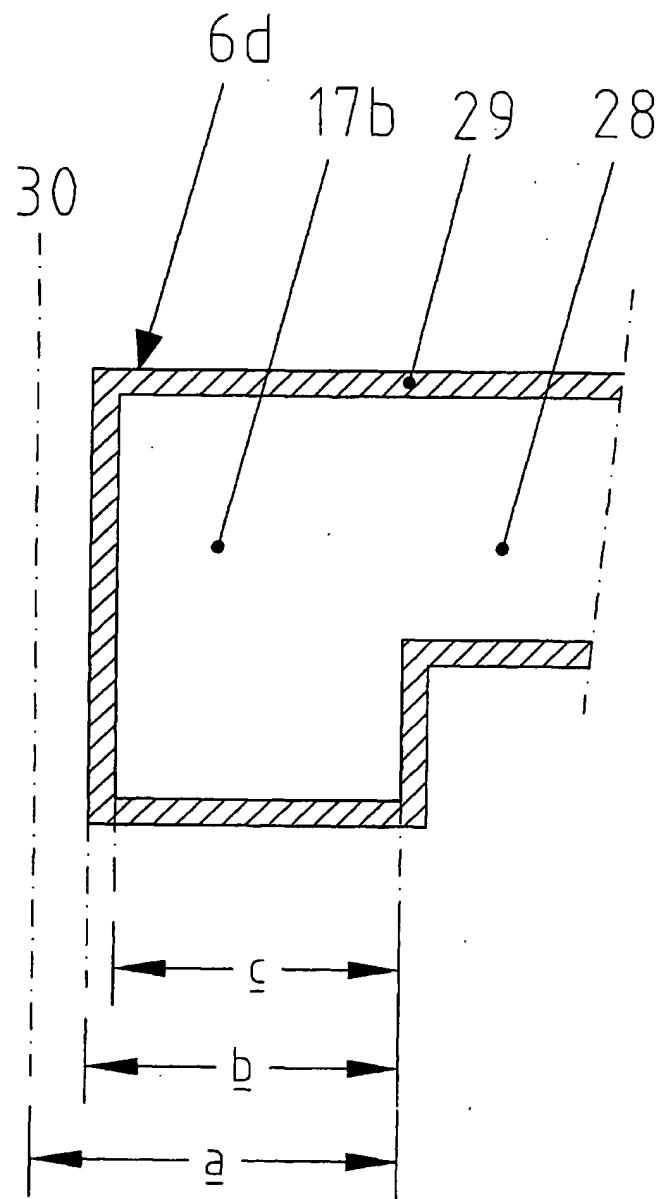


FIG. 6

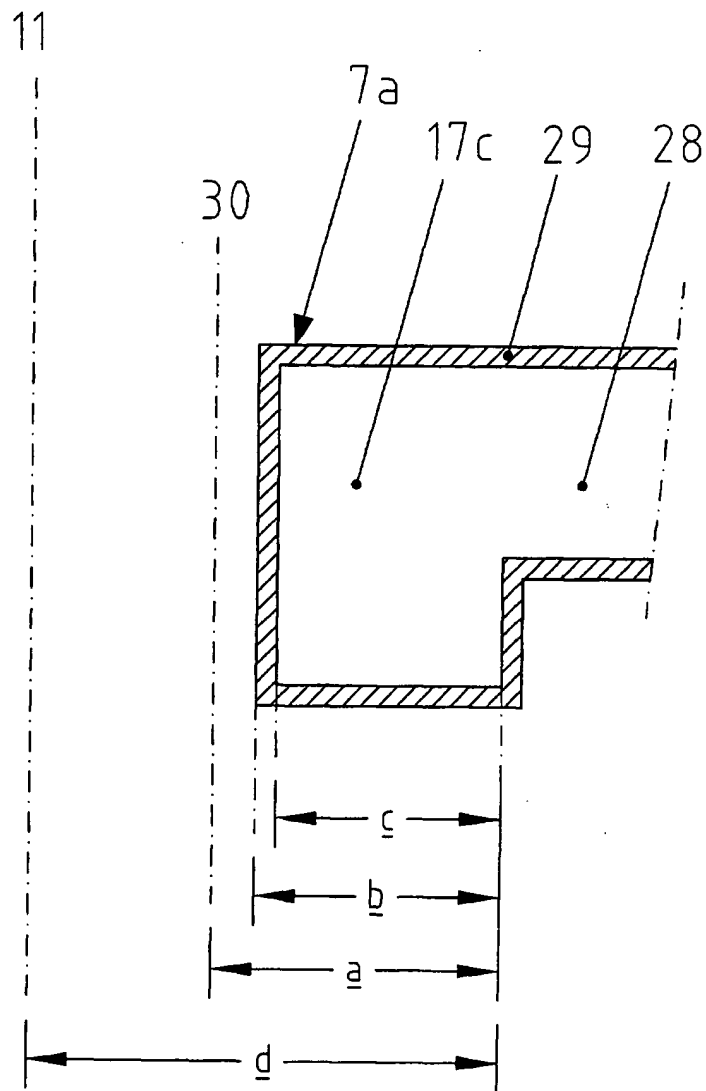


FIG. 7

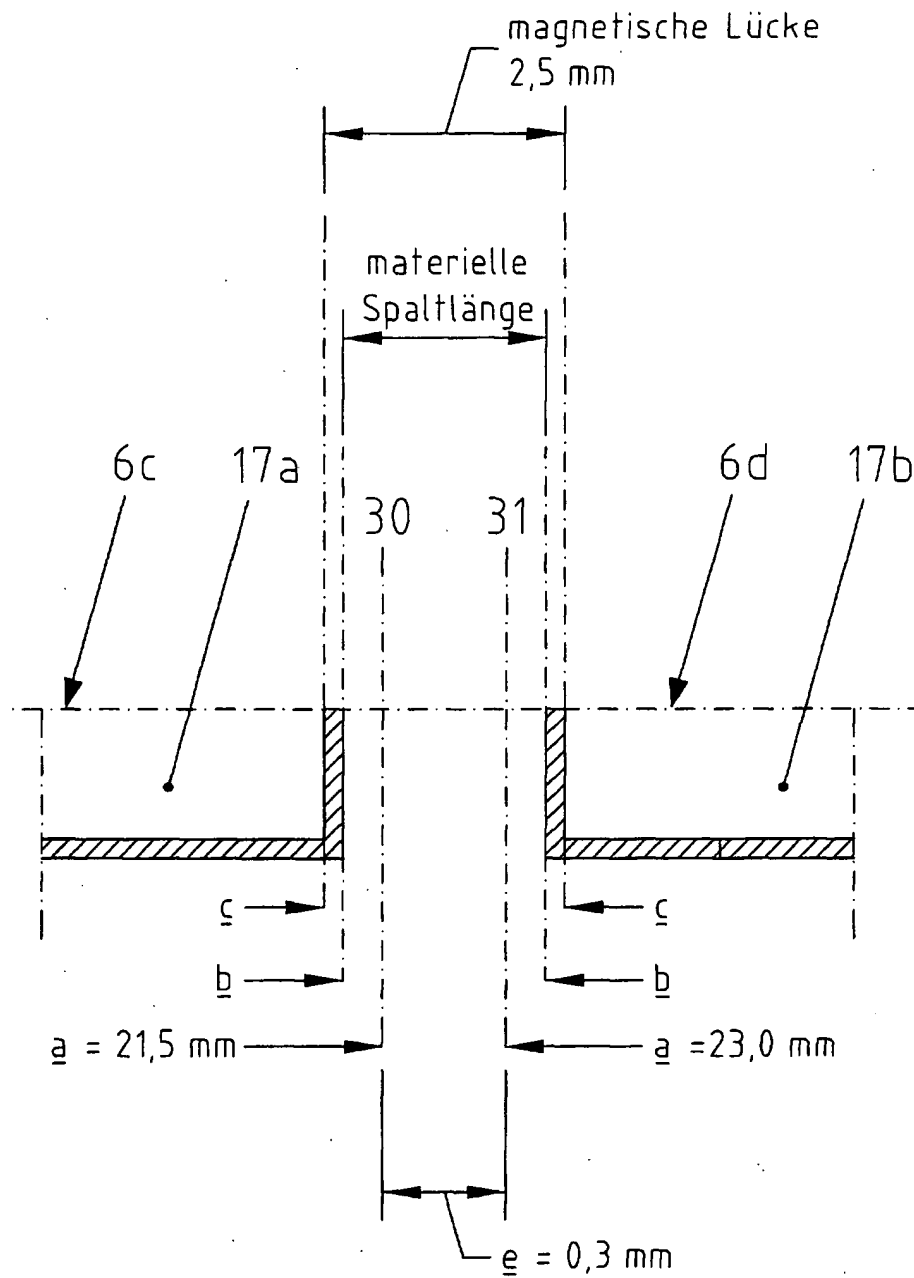


FIG. 8

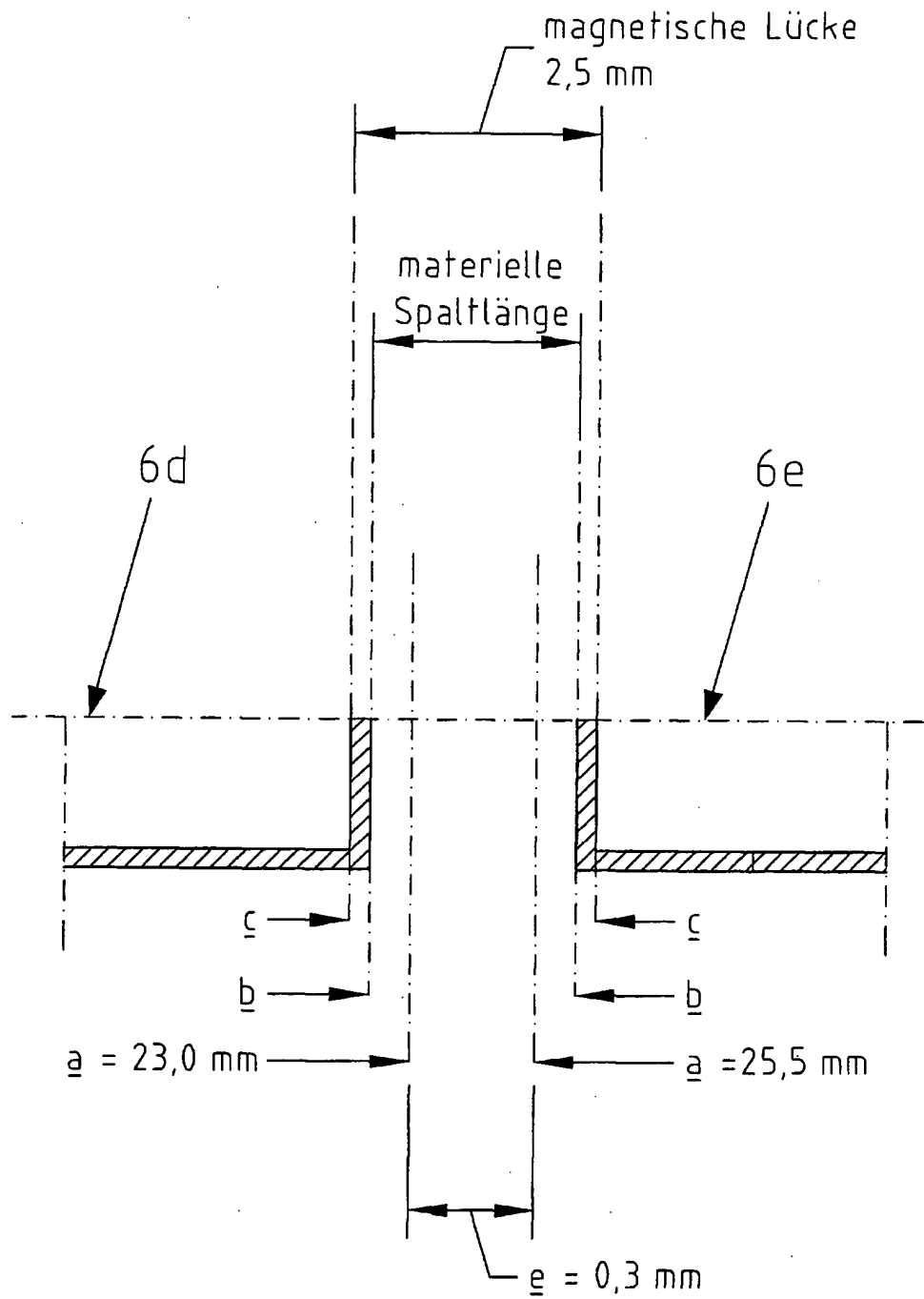


FIG. 9

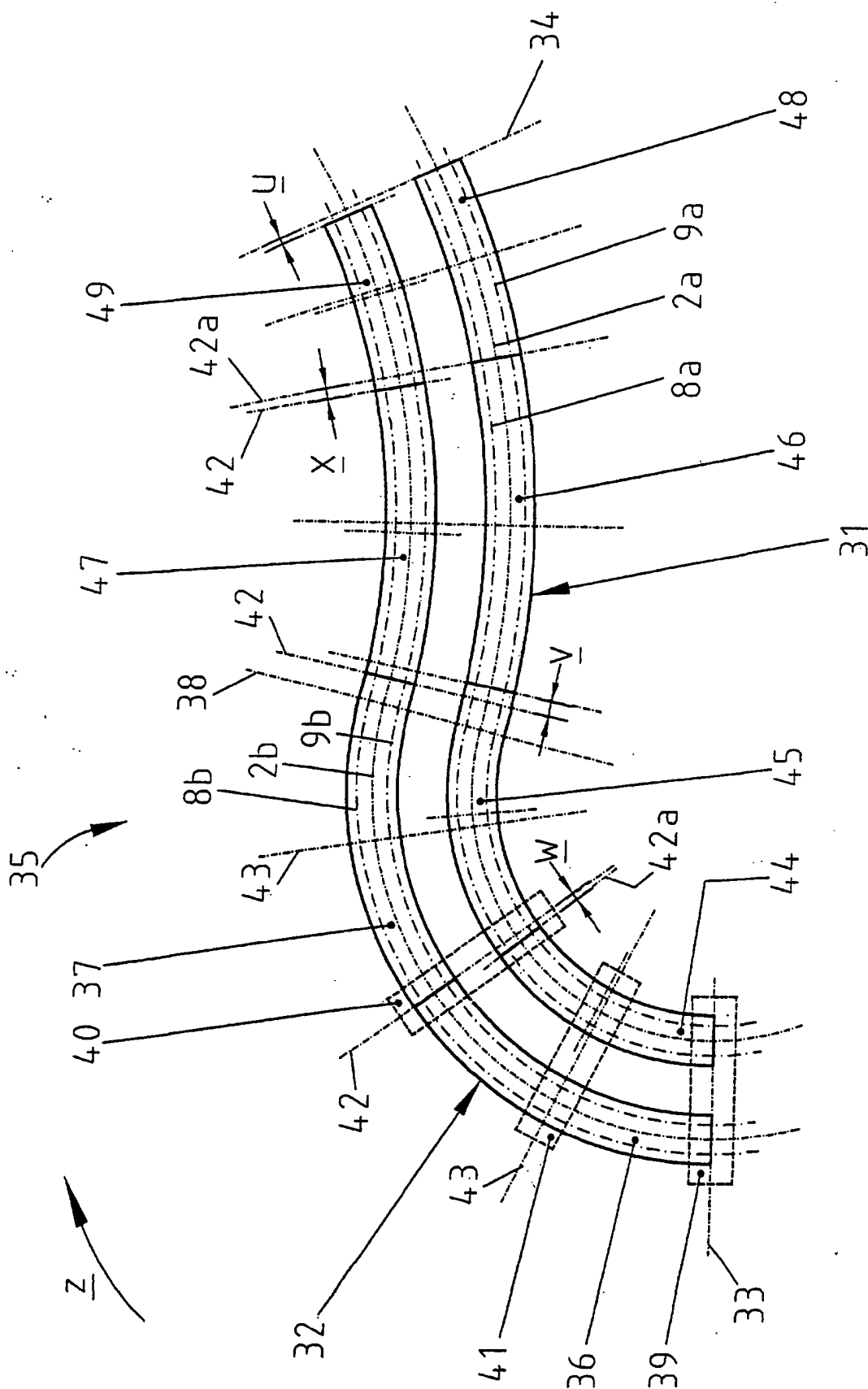


FIG. 10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.